

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

PAULO CÉSAR BATISTA DE ARAÚJO

**A PEGADA HÍDRICA COMO INSTRUMENTO PARA IMPLEMENTAR O ODS
6: COMUNIDADES HETEROGÊNEAS NA PARAÍBA**

**João Pessoa
2025**

PAULO CÉSAR BATISTA DE ARAÚJO

**A PEGADA HÍDRICA COMO INSTRUMENTO PARA IMPLEMENTAR O ODS
6: COMUNIDADES HETEROGÊNEAS NA PARAÍBA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para obtenção de título de mestre em Relações Internacionais.

Linha de Pesquisa: Política Externa e Segurança

Orientador: Prof. Dr. Carlos Enrique Ruiz Ferreira
Coorientador: Prof. Dr. Bernardo Salgado Rodrigues

**João Pessoa
2025**

ATA DA 152ª SESSÃO PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

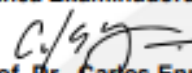
Aos vinte e oito dias do mês de agosto de dois mil e vinte cinco, às 9h, através de Webconferência, foi instalada a Banca Examinadora responsável pela avaliação da dissertação de mestrado ***"A PEGADA HÍDRICA COMO INSTRUMENTO PARA IMPLEMENTAR O ODS 6: COMUNIDADES HETEROGÊNEAS NA PARAÍBA"***, apresentada pelo mestrando Paulo César Batista de Araújo ao Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais da UEPB, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Relações Internacionais, Linha de Pesquisa: **Política Externa e Segurança**. A Banca Examinadora foi composta pelo Prof. Dr. Carlos Enrique Ruiz Ferreira (orientador/PPGRI /UEPB), Prof. Dr. Bernardo Salgado Rodrigues (coorientador/ UFRJ), Prof. Dr. Filipe Reis Melo (avaliador interno/PPGRI /UEPB) e Profa. Dra. Marília Daniella Freitas Oliveira Leal (avaliadora externa/CCJS/UFCG).

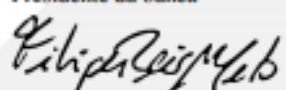
. O(A) candidato(a) recebeu o Conceito APROVADO

Observações:

João Pessoa, 28 de agosto de 2025.

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Carlos Enrique Ruiz Ferreira
Presidente da banca


Prof. Dr. Filipe Reis Melo
Membro da banca

Documento assinado digitalmente
gov.br PAULO CÉSAR BATISTA DE ARAÚJO
Data: 28/08/2025 11:45:38-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Paulo César Batista de Araújo
Examinado

Documento assinado digitalmente
gov.br BERNARDO SALGADO RODRIGUES
Data: 28/08/2025 10:41:39-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Text **Prof. Dr. Bernardo Salgado Rodrigues**

Documento assinado digitalmente
gov.br MARILIA DANIELLA FREITAS OLIVEIRA LEAL
Data: 28/08/2025 13:55:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Marília Daniella Freitas Oliveira Leal
Membro da banca



Paula Giordana Freire Germano
Assistente Administrativo PPGRI

Universidade Estadual da Paraíba

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB,
CEP 58429-500, Fone/Fax: 83 3315.3300

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente às forças que me sustentaram ao longo desta jornada, visíveis e invisíveis, pela serenidade nos momentos de incerteza e pela luz que me guiou quando o caminho parecia estreito.

À minha família, deixo minha gratidão por cada gesto de confiança, apoio e incentivo. Foi no amparo de vocês que encontrei firmeza para seguir e coragem para continuar sonhando.

À minha família escolhida, que a vida me presenteou ao longo dos anos em João Pessoa, agradeço pelo acolhimento, pelas risadas, pela escuta atenta e pelo afeto que tornaram os dias mais leves. Vocês são parte essencial da minha história.

Ao meu orientador prof. Dr. Carlos Enrique e ao meu coorientador prof. Dr. Bernardo Salgado Rodrigues, agradeço pela dedicação, pelas contribuições valiosas e pela generosidade intelectual que fortaleceram este trabalho e, acima de tudo, o meu espírito acadêmico.

Estendo ainda minha gratidão a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que a conclusão do mestrado se tornasse possível. Cada palavra, gesto ou presença teve um papel importante.

E, por fim, agradeço a mim mesmo pela resiliência, pela coragem de seguir apesar das dificuldades e por acreditar que eu merecia chegar até aqui. Que esta conquista seja apenas uma das muitas que ainda virão.

A PEGADA HÍDRICA COMO INSTRUMENTO PARA IMPLEMENTAR O ODS 6: COMUNIDADES HETEROGÊNEAS NA PARAÍBA

RESUMO

Ao reconhecer a água como uma necessidade básica e um elemento essencial para toda a vida no planeta, esta pesquisa visa produzir uma análise da Pegada Hídrica (PH), abordada por Arjen Hoekstra, aplicada às comunidades heterogêneas na Paraíba, em 2023, como instrumento determinante na promoção da gestão sustentável da água e no alcance de um desenvolvimento sustentável eficaz a nível global. Neste sentido, este trabalho procura contribuir para um debate para além dos indicadores tradicionais do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, propondo outra metodologia. Para tanto, será adotada uma abordagem qualitativa, baseada em pesquisa exploratória e estudo de caso, para fornecer um aparato científico que subsidie políticas e práticas de gestão hídrica às necessidades específicas da sociedade, além de procurar enriquecer o campo das Relações Internacionais com novos temas referentes à sustentabilidade.

Palavras-chave: Pegada Hídrica. ODS 6. Paraíba. Água. Recursos Hídricos

ABSTRACT

By recognizing water as a basic necessity and an essential element for all life on the planet, this research aims to conduct an analysis of the Water Footprint (WF), as addressed by Arjen Hoekstra, applied to heterogeneous communities in the state of Paraíba in 2023, as a decisive tool for promoting sustainable water management and achieving effective sustainable development at the global level. In this context, the study seeks to contribute to a debate that goes beyond the traditional indicators of Sustainable Development Goal (SDG) 6, proposing an alternative methodology. To this end, a qualitative approach will be adopted, grounded in exploratory research and case study, to provide a scientific framework that supports water management policies and practices tailored to the specific needs of society, while also seeking to enrich the field of International Relations with new topics related to sustainability.

Keywords: Water Footprint. SDG 6. Paraíba. Water. Water Resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação das Metas do ODS 6 no Brasil.....	53
Figura 2. Gráfico do volume de esgoto sem tratamento lançado na natureza x índice de tratamento de esgoto referente ao total produzido.....	55
Figura 3. Distribuição espacial dos mananciais e situação geral no final de 2023.....	65
Figura 4. Domicílios com rede geral como principal forma de abastecimento de água....	66
Figura 5. Tabela de Componentes da PH das comunidades heterogêneas da PB.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação das Metas do ODS 6 no Brasil.....	53
Tabela 2. Conferências internacionais e a evolução do tema da água.....	55
Tabela 3. Governança da água em diferentes situações de conflitos.....	65
Tabela 4. Perspectivas de integração da PH aos indicadores do ODS 6.....	66
Tabela 5. Tabela 4. Perspectivas de integração da PH aos indicadores do ODS 6.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

FAO – Food and Agriculture Organization

GRoW – Global Resource Water (programa de pesquisa da Alemanha)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RI – Relações Internacionais

SDG – Sustainable Development Goals

SIWI – Stockholm International Water Institute

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

UNEP – United Nations Environment Programme

UNICEF – United Nations Children's Fund

UN Water – United Nations Water

WMO – World Meteorological Organization

WUA – Water User Association

WWDR – World Water Development Report

PH – Pegada Hídrica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1. GOVERNANÇA DA ÁGUA NO CENÁRIO GLOBAL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS	17
Tabela 1. Panorama hídrico global e brasileiro (2024–2025)	21
1.1. Governança nas RI: teorias e aplicações	21
1.2. Por que o Mundo Precisa de uma Governança da Água?	26
Tabela 2. Conferências internacionais e a evolução do tema da água	31
1.3. Dilemas da Governança da Água e o ODS 6	34
Tabela 3. Governança da água em diferentes situações de conflitos	40
1.3.1. ODS 6: Água Potável e Saneamento	42
2. PEGADA HÍDRICA E ODS 6: UMA METODOLOGIA ALÉM DOS INDICADORES TRADICIONAIS	48
2.1. Bases Conceituais e Metodológicas da Pegada Hídrica	50
2.2. Integração da Pegada Hídrica com o ODS 6	59
Figura 1. Classificação das Metas do ODS 6 no Brasil	60
Figura 2. Gráfico do volume de esgoto sem tratamento lançado na natureza x índice de tratamento de esgoto referente ao total produzido	63
2.3. Aplicação da Pegada Hídrica e os Indicadores do ODS 6	65
2.4. Pegada Hídrica: um Indicador Complementar e Estratégico	71
3. SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA PARAÍBA: COMUNIDADES HETEROGÊNEAS EM FOCO	73
Figura 3. Distribuição espacial dos mananciais e situação geral no final de 2023.	74
Figura 4. Domicílios com rede geral como principal forma de abastecimento de água (%).	74
3.1. O Estudo de Caso na Paraíba: Contexto e Metodologia	76
3.2. Resultados da Pegada Hídrica nas Comunidades Heterogêneas	79
Figura 5. Tabela de Componentes da PH das comunidades heterogêneas da PB	80
3.3. Da Teoria à Prática: Recomendações de Políticas Públicas	81
3.4. ODS 6 e Governança Multinível: Lições da Paraíba	84
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS [deve ser centralizada na página]	90

INTRODUÇÃO

A Pegada Hídrica (PH)¹, introduzida pioneiramente por Arjen Y. Hoekstra, representa o volume total de água doce utilizado na produção de bens e serviços consumidos por indivíduos, empresas ou Estados (Hoekstra, 2016). Ela é considerada uma medida holística, que aborda as dimensões de escassez, qualidade e equidade no uso e manejo da água (Aldaya, 2010).

Nos últimos anos, a pesquisa sobre a Pegada Hídrica tem se expandido e se integrado a outros campos, como a gestão integrada de recursos hídricos e a modelagem econômica e ambiental (Hoekstra, 2017, p. 3066). Essa evolução reflete uma tendência crescente de incorporar os conceitos de Pegada Hídrica e de Água Virtual² em estudos regulares de gestão da água, permitindo uma análise mais abrangente e precisa dos impactos ambientais.

Além disso, a integração da Pegada Hídrica com outras pegadas ambientais e com o conceito de limites planetários reforça a adoção de abordagens mais holísticas nos estudos de sustentabilidade. Nesse contexto, Hoekstra (2017, p. 3076) destaca que a Pegada Hídrica deve ser interpretada a partir da comparação entre o volume total de água doce consumido, tanto no uso como recurso (pegadas verde e azul) quanto para assimilação de poluentes (pegada cinza), e a quantidade máxima de água disponível de forma sustentável em cada bacia hidrográfica, evitando ponderações inadequadas como as baseadas na produtividade biológica ou na escassez local.

Essa leitura, ao evidenciar com clareza o quanto o uso atual se aproxima ou ultrapassa a capacidade segura de suporte dos sistemas hídricos, fortalece seu papel como indicador-chave para monitorar pressões ambientais. Assim, em um cenário de transição para uma economia baseada em recursos biológicos, em que a limitação hídrica e terrestre se torna cada vez mais crítica, a Pegada Hídrica tende a ganhar centralidade e, em muitos casos, substituir a Pegada de Carbono como principal referência em análises de sustentabilidade (Hoekstra, 2017, p. 3076).

Em matéria de aplicação da Pegada Hídrica, Hoekstra (2016) destaca sua utilidade na análise do uso da água em diferentes setores, produtos, processos e regiões geográficas. Essa análise, aliada às práticas de comércio de água virtual, ajuda a

¹ Water Footprint (WF) em inglês.

² De acordo com Hoekstra (2003, p. 13), a água utilizada no processo de produção de um produto agrícola ou industrial é chamada de "água virtual" contida no produto. essa água virtual pode ser vista como uma fonte alternativa de água, cujo uso pode ser um instrumento para alcançar desenvolvimento tanto em quesito de sustentabilidade ambiental, de segurança hídrica regional e, principalmente, para o estudo deste trabalho, de desenvolvimento econômico.

determinar estratégias para alcançar a sustentabilidade, especialmente em regiões onde há importação e exportação baseadas no volume de água incorporado aos produtos e nos níveis de poluição gerados.

No Brasil, a Pegada Hídrica (PH) dos produtos exportados e importados já é quantificada pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). Este órgão, responsável por monitorar todos os produtos que entram e saem do país, calcula a PH associada a esses produtos, considerando a quantidade exportada em toneladas. O processo envolve a seleção dos produtos exportados, a separação das quantidades por estado, e o cálculo da PH para cada produto e para o total de exportações. No caso do Nordeste brasileiro, essa quantificação é realizada para cada um dos nove estados, incluindo a Paraíba, permitindo uma análise detalhada do impacto hídrico associado ao comércio exterior (Sabiá, 2019, p. 5).

Além disso, é fundamental considerar que o consumo excessivo de recursos hídricos deve levar em conta diferentes hábitos e realidades das comunidades, especialmente em regiões heterogêneas, como o estado da Paraíba, ou seja, onde convivem grupos de pessoas que, dentro de uma mesma localidade, apresentam grande diversidade em termos de identidade, seja por etnia, religião, língua, nível educacional, status socioeconômico, e outros fatores sociais e culturais. Características demográficas, culturais e socioeconômicas variadas influenciam tanto a demanda quanto a disponibilidade de água (Aleixo, 2023, p. 228).

No contexto deste trabalho, a noção de heterogeneidade não se refere apenas à diversidade cultural ou socioeconômica genérica que pode ser observada em diversas regiões do Brasil, mas sim à coexistência de grupos com contrastes estruturais significativos dentro de um mesmo território, cujas diferenças afetam diretamente o acesso, o uso e a gestão dos recursos hídricos. Enquanto comunidades homogêneas tendem a apresentar relativa uniformidade de práticas, valores e condições socioeconômicas, o que favorece a adoção de estratégias coletivas mais coesas, as comunidades heterogêneas caracterizam-se pela presença de disparidades marcantes em termos de poder econômico, acesso à infraestrutura, influência política e vulnerabilidade climática. Essa configuração aumenta a complexidade da governança local, pois as necessidades, interesses e capacidades de cada grupo variam de forma substancial, influenciando a formulação e a efetividade das políticas de gestão da água.

Enquanto instrumento de avaliação da sustentabilidade hídrica, seu papel é considerado essencial. Ela possibilita uma avaliação abrangente dos impactos ambientais e sociais associados ao uso da água, contribuindo para uma gestão mais

sustentável dos recursos hídricos. No âmbito da ONU, sua integração como uma forma de promover o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados à água tem destaque à medida que é capaz de promover a sustentabilidade hídrica em diferentes escalas e contextos.

Ainda, no que tange ao âmbito das Organizações Internacionais, é de suma importância contextualizar os desafios enfrentados na gestão global dos recursos hídricos para compreender a complexidade desse campo. Como observado por Stephen D. Krasner (1982), os desafios na governança global são multifacetados e muitas vezes, refletem interesses conflitantes entre Estados soberanos. João Paulo Bachur (2020), pensando sobre a Teoria dos Sistemas de Luhmann, também destaca a complexidade dos sistemas sociais, que envolvem interações entre diferentes atores e sistemas de governo em níveis local, nacional e internacional.

Peter M. Haas (1992) discute os mecanismos pelos quais comunidades epistêmicas podem interagir com governos, organizações internacionais e outros atores relevantes para promover a coordenação e cooperação em políticas internacionais. Ele enfatiza a importância da confiança, credibilidade e legitimidade das comunidades epistêmicas na influência sobre os processos de tomada de decisão

Nesse contexto, os modelos de Governança da Água, em escala regional, como bacias hidrográficas compartilhadas, funcionam como oportunidades para a cooperação e coordenação entre países que compartilham recursos hídricos comuns, destacando, assim, a diversidade de abordagens e a necessidade de adaptabilidade e flexibilidade na gestão dos recursos hídricos em diferentes contextos geográficos e políticos (Araújo, 2019).

Os desafios de gestão da água em um contexto global são muito complexos, abrangendo questões de acesso, distribuição, qualidade e sustentabilidade. Ademais, há casos em que a competição pelo acesso à água é exacerbada pela escassez crescente e pelo aumento das demandas por água em diversos setores, como agricultura, indústria e abastecimento urbano. É nesse íterim que a distribuição equitativa, observando indicadores de justiça social e direitos humanos, está intrinsecamente ligada à gestão dos recursos hídricos.

A superação desses desafios requer um panorama detalhado de como a água é utilizada, possibilitando a condução de políticas mais informadas e evoluídas para o gerenciamento dos recursos hídricos. Sendo assim, a análise da Pegada Hídrica em comunidades heterogêneas é fundamental para o avanço do ODS 6, considerando que a diversidade dentro das comunidades pode influenciar a gestão e a sustentabilidade dos

recursos compartilhados, e estratégias eficazes de governança que considerem essa diversidade podem ajudar a mitigar conflitos e promover o uso sustentável desses recursos (Araújo et al., 2019).

Em um estudo sobre esse tema, Sirisha C. Naidu (2005) explora como as diferenças de interesses, valores, conhecimentos e poder entre os membros de uma comunidade podem afetar suas decisões e comportamentos em relação ao uso dos recursos comuns. Por exemplo, em uma comunidade agrícola heterogênea, os agricultores podem ter diferentes necessidades de água, diferentes práticas agrícolas e diferentes capacidades financeiras para investir em tecnologias de conservação de água. Essas diferenças podem levar a conflitos sobre a distribuição e uso da água, bem como influenciar a sustentabilidade a longo prazo dos recursos hídricos na região.

A análise da Pegada hídrica de comunidades heterogêneas na Paraíba é fundamental para o entendimento das especificidades locais desse problema, configurando-se como um instrumento para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de gestão e conservação dos recursos hídricos em outras escalas. Assim como os estudos de Aleixo et al. afirmam, dados concretos sobre a Pegada hídrica média e seus componentes, com foco em aspectos como gênero, hábitos alimentares e renda familiar são essenciais para orientar políticas públicas e práticas individuais que visem à promoção do consumo consciente e sustentável de água, além do acesso à qualidade e saneamento desse recurso, conforme as diretrizes do ODS 6 (Aleixo et al., 2023).

Políticas e estratégias de gestão hídrica, ao serem adaptadas para atender às necessidades específicas de cada comunidade, levam em conta fatores como acesso à água potável, práticas agrícolas, padrões de consumo e capacidade de tratamento de resíduos. Essa abordagem mais inclusiva e contextualizada se mostra importante para garantir o alcance e a sustentabilidade das medidas adotadas no âmbito do ODS 6 e em iniciativas de conservação e gestão dos recursos hídricos.

Esta pesquisa contribuirá para o desenvolvimento de um importante debate que permeia as pesquisas acadêmicas, em torno dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, principalmente nas áreas de Relações Internacionais (RI), Economia, Meio Ambiente, Ciência Política, Sociologia e Direito. E, assim, proporciona um aparato científico que identifica alternativas complexas, como a Pegada Hídrica, para a promoção da sustentabilidade no gerenciamento de recursos hídricos no planeta, sugerindo soluções mais viáveis aos operadores políticos, jurídicos e ambientais.

A Pegada Hídrica tornou-se um conceito amplamente utilizado para analisar o uso da água e os impactos locais resultantes da produção agrícola e industrial. Recentes

avanços, que serão trazidos mais adiante neste trabalho, mostram que ela pode ser uma ferramenta eficaz para apoiar, entre outros objetivos, o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6. No âmbito do programa de pesquisa "Água como Recurso Global" (GRoW), uma iniciativa do Ministério Federal de Educação e Pesquisa da Alemanha, vários projetos de pesquisa estão aplicando e aprimorando o conceito de Pegada Hídrica para identificar áreas de uso ineficiente da água e implementar medidas práticas de otimização (Berger, et. al, 2021, p. 1).

Dessa forma, será possível estabelecer políticas públicas mais bem fundamentadas e holísticas para a sociedade, além de enriquecer a Academia, na área das RI, com um debate complexo e interdisciplinar sobre meio ambiente, economia e sociedade, também conhecidos como os pilares da sustentabilidade.

O estudo se desenvolve sob a égide de teorias institucionalistas das Relações Internacionais, que versam sobre regimes e governança, associadas à teoria verde, tratando da relação entre meio ambiente e política global, além da contribuição da teoria dos sistemas de Niklas Luhmann (ano das obras?), que possibilita uma abordagem compreensiva das complexidades que rodeiam o tema do gerenciamento dos recursos hídricos

Esse aparato teórico encontra, na Paraíba, um lugar que tem vivenciado o problema da escassez de recursos hídricos de maneira histórica e contemporânea em várias de suas microrregiões. Por exemplo, de acordo com o governo do estado, no ano de 2021, 192 municípios chegaram a declarar Situação de Emergência por Estiagem, na Paraíba, por estarem com seus mananciais colapsados (Governo da Paraíba, 2021). Ainda, trata-se do território berço deste autor, que vivenciou seca e estiagem por muitos anos e identificou, na Academia, a oportunidade de trazer soluções para esses cenários de precariedade. Nesse contexto, o recorte atual das comunidades heterogêneas, no ano de 2023, quando foi determinada a Pegada Hídrica de algumas de suas Comunidades Heterogêneas, por meio do estudo de Aleixo et. al. (2023), contribui para uma maior acurácia na análise do problema de pesquisa.

O problema de pesquisa pode ser sintetizado com a seguinte pergunta: como a Pegada Hídrica pode constituir-se em um instrumento de avanços na aplicação do ODS 6 na Paraíba e no Brasil? Para tanto, este pesquisador argumenta positivamente sobre a Pegada Hídrica enquanto um método de gerenciamento de recursos hídricos mais complexo e abrangente para aplicação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6, a partir da sua análise em comunidades heterogêneas na Paraíba, no ano de 2023.

O principal objetivo da pesquisa é avaliar o potencial da Pegada Hídrica (PH) em promover o alcance do ODS 6, a partir da análise do resultado da PH média de comunidades heterogêneas no estado da Paraíba durante o ano de 2023. Em seguida, conceituar e explicar Pegada Hídrica, abordando suas aplicações em diferentes contextos e discutindo sua relevância como ferramenta de avaliação da sustentabilidade hídrica. Para tanto, a pesquisa vai contextualizar os desafios enfrentados na governança global dos recursos hídricos, revisando abordagens e modelos de governança nas escalas internacional, regional e local, e discutir a complexidade desses desafios, incluindo questões de acesso, distribuição, qualidade e sustentabilidade.

Nesse contexto, vai avaliar o papel da análise da Pegada Hídrica na promoção dos objetivos do ODS 6, discutindo como esse instrumento pode informar políticas e práticas para alcançar metas de gestão sustentável da água e sugerir melhorias na implementação do ODS 6, com base nos argumentos expostos.

A pesquisa que este projeto propõe realizar tem caráter qualitativo, fundamentando-se em pesquisa exploratória, com uso de tipologias explanatórias para desenvolver generalizações contingentes de médio e longo alcance (Bennett; Colin, 2007). O estudo pretende identificar padrões e práticas eficazes de gestão hídrica que possam ser relevantes para comunidades com características socioeconômicas e demográficas parecidas, mas que não necessariamente se aplicariam a todas as regiões do Brasil ou globalmente. Ao passo que também busca explorar como a análise da Pegada Hídrica pode contribuir para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6) e como as lições aprendidas na Paraíba podem informar políticas e práticas de gestão hídrica em regiões com características diferentes.

A abordagem é indutiva, partindo da formulação de hipóteses com base em teorias existentes para, em seguida, testá-las com dados empíricos para confirmar ou refutar essas hipóteses, criando-se um cenário amplo de aplicação da Pegada Hídrica, por meio de um método de comparativo ilustrado por estudo de caso da PH média de comunidades heterogêneas na Paraíba para lançar luz sobre uma classe de fenômenos de regiões que necessitam de iniciativas eficazes de gerenciamento de recursos hídricos (Van Evera, 1997).

As premissas particulares da abordagem serão constituídas por observações específicas e informações coletadas durante o processo de pesquisa. No contexto do estudo sobre a Pegada Hídrica em comunidades heterogêneas na Paraíba, elas incluirão resultados obtidos sobre o uso da água, características demográficas, padrões de consumo, práticas agrícolas e os impactos ambientais específicos observados nessas

comunidades. Esses dados são reunidos por meio de um levantamento de fontes primárias e secundárias, como documentos oficiais, relatórios, artigos científicos e outros materiais relevantes.

A partir das premissas particulares, serão desenvolvidas as premissas gerais da pesquisa, que surgem como conclusões mais amplas sobre a eficácia da Pegada Hídrica como uma ferramenta eficaz para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6. Fundamentadas nas observações específicas coletadas, essas premissas buscarão permitir que as proposições teóricas apresentadas possam ser aplicadas a outras regiões ou contextos (com suas devidas adaptações), contribuindo para uma compreensão mais abrangente e fundamentada dos desafios e soluções relacionados à gestão dos recursos hídricos.

Utilizando-se uma técnica indireta de coleta de dados, a pesquisa deverá seguir quatro etapas. Em um primeiro momento, será realizado um levantamento bibliográfico abrangente, com foco em fontes primárias, como documentos oficiais, como relatórios do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) do Governo do Estado da Paraíba e fontes secundárias, como artigos científicos e livros, como os trabalhos de Hoekstra sobre a Pegada Hídrica e materiais de teóricos influentes da RI, como Peter M. Haas (1992), Robert O. Keohane (1971) e Stephen D. Krasner (1982). Este levantamento visa proporcionar uma compreensão aprofundada (Curini, 2020) da Pegada Hídrica e suas aplicações em diferentes contextos, particularmente em relação ao estado da Paraíba.

A segunda etapa consistirá na análise dos dados coletados, com ênfase na interpretação do contexto local da Pegada Hídrica na Paraíba, em 2023. A análise incluirá a avaliação da Pegada Hídrica média de comunidades heterogêneas da região, conforme os dados disponíveis e os estudos recentes, como o de Aleixo et al. (2023). Serão identificadas disparidades no acesso e uso da água, e comparados padrões de consumo entre diferentes grupos sociais e econômicos.

Na terceira etapa, a pesquisa organizará e estruturará os temas emergentes a partir da análise dos dados. Esta organização permitirá uma conexão eficaz entre os resultados obtidos e as teorias relevantes, incluindo os modelos de governança da água e as abordagens teóricas sobre sustentabilidade e recursos naturais, conforme discutido por autores como Hoekstra (2016) e Aleixo (2023). A estruturação facilitará a discussão das implicações dos dados para a implementação do ODS 6.

Finalmente, a quarta etapa avaliará como a análise da Pegada Hídrica pode informar e melhorar as políticas públicas e práticas de gestão hídrica, oferecendo

sugestões para a aplicação do ODS 6 nas comunidades heterogêneas da Paraíba. A pesquisa proporcionará um aparato teórico e prático que contribuirá para a formulação de estratégias mais eficazes para a sustentabilidade hídrica, baseadas em uma compreensão detalhada da Pegada Hídrica e suas implicações para a gestão dos recursos hídricos no estado.

1. GOVERNANÇA DA ÁGUA NO CENÁRIO GLOBAL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

A água, como recurso essencial para toda a vida no planeta, se torna um bem comum cada vez mais precioso, que transcende fronteiras, unindo e, algumas vezes afastando, sociedades, quando na ocasião de sua escassez. A água limpa não é apenas uma necessidade básica, mas um direito humano fundamental, imprescindível para moldar um futuro mais próspero e sustentável.

A humanidade, contudo, está diante de uma crise hídrica cada vez mais grave, com a água sendo ameaçada pela poluição, pelo uso excessivo, mau gerenciamento pelo poder público, pelas indústrias, agricultura e outros setores econômicos, enquanto as mudanças climáticas ampliam os desafios existentes, resultando em eventos climáticos extremos como chuvas intensas e secas prolongadas.

Atualmente, cerca de 10 % da população mundial vive em países com estresse hídrico elevado ou crítico, ou seja, que utilizam acima de 40 % dos recursos hídricos renováveis disponíveis, e aproximadamente 25 % da população mundial vive sob estresse hídrico extremo, contexto em que o uso ultrapassa 80 % da oferta convencional (United Nations, 2025). A agricultura permanece como o setor de maior consumo, responsável por 72 % das retiradas globais de água, seguida pela indústria, com cerca de 15 % a 20 %, e pelo uso doméstico/municipal, que representa aproximadamente 12 % (UNESCO, 2024). Observa-se, ainda, elevada dependência das águas subterrâneas, as quais suprem cerca de 25 % da irrigação agrícola global e aproximadamente metade do consumo doméstico (UNESCO, 2024).

No que se refere à infância, 1 em cada 3 crianças, cerca de 739 milhões, vive em áreas com escassez hídrica alta ou muito alta, frequentemente associada a serviços de abastecimento inadequados, o que configura uma situação de vulnerabilidade hídrica grave (UNICEF, 2023). As regiões mais impactadas incluem África Oriental e Meridional, onde 58 % das crianças enfrentam dificuldades cotidianas de acesso à água, seguidas por África Ocidental e Central (31 %), Sul da Ásia (25 %) e Oriente Médio (23 %) (UNICEF, 2023). Globalmente, 1,42 bilhões de pessoas, incluindo 450 milhões de crianças, vivem em áreas com vulnerabilidade hídrica alta ou extrema, caracterizadas pela combinação de escassez de recursos e falta de acesso seguro à água potável (UN Water, 2024; UNICEF, 2023).

A escassez severa de água atinge aproximadamente 4 bilhões de pessoas, quase dois terços da população mundial, por pelo menos um mês a cada ano, revelando um

desafio estrutural e persistente (UN Water, 2024). Projeções indicam que, até 2050, até 60 % da população global poderá enfrentar algum grau de estresse hídrico por ao menos um mês ao ano, com implicações diretas para a segurança alimentar, a estabilidade socioeconômica e a paz internacional (Earth.Org, 2024). Esse cenário é agravado por eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, perdas aceleradas de geleiras e a formação de “mega-zonas” de ressecamento, que já afetam mais de 75 % da população que vive em países com declínio contínuo de recursos hídricos desde 2002 (WMO, 2024; LiveScience, 2024). Em áreas de maior vulnerabilidade, como a África Oriental e Austral, mais de 90 milhões de pessoas encontram-se em risco de fome e desnutrição severa devido à escassez extrema de água e alimentos (The Guardian, 2025).

A interseção desses desafios com questões de governança, pobreza e desigualdade agrava ainda mais a situação, destacando a urgência de abordagens eficazes para a gestão sustentável da água.

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) defende que a crise hídrica atual é, em grande parte, uma crise de governança. É amplamente reconhecido que a água deve ocupar um lugar de destaque na agenda política global, de forma a garantir sua distribuição equitativa e gestão eficiente. No entanto, os dados revelam lacunas significativas na prestação de serviços de água seguros e acessíveis (PNUD, 2024a, tradução do autor):

- Uma em cada quatro pessoas ainda não tem acesso a serviços de água seguros ou água potável limpa. Aproximadamente quatro bilhões de pessoas vivem com escassez severa de água por pelo menos um mês do ano, e cerca de meio bilhão enfrenta escassez de água durante todo o ano.
- As capacidades locais para fornecer serviços de água e gerenciar ecossistemas relacionados à água de forma sustentável são insuficientes, resultando em um quarto da população global sem acesso a suprimentos de água seguros e 45% sem serviços de saneamento seguros.
- Rios e lagos estão entre os ecossistemas mais degradados devido à poluição e destruição do habitat, e mais de 50% de todas as *wetlands* globais foram perdidas desde 1900. O acesso à água, aos serviços e ao manejo da terra e da água dependem muito da governança.

De acordo com os dados acima, milhões de pessoas em todo o mundo ainda carecem de acesso adequado à água potável, enquanto muitas enfrentam escassez crônica de água. Essa realidade reflete não apenas uma falha na infraestrutura e nos

serviços de água, mas também uma deficiência na governança, com instituições locais muitas vezes incapazes de garantir uma gestão sustentável dos recursos hídricos.

A garantia do acesso à água potável e serviços de saneamento adequados é crucial para a saúde e o bem-estar das comunidades em todo o mundo. No entanto, é necessária uma governança eficaz e participativa para que essa meta seja alcançada.

Fortalecer as capacidades locais e promover a colaboração entre os diversos atores envolvidos na gestão da água, incluindo governos, organizações internacionais, setor privado e sociedade civil, pode ser um caminho para a eficácia no gerenciamento de recursos hídricos. Em conjunto, medidas políticas e regulatórias devem ser implementadas para assegurar uma distribuição equitativa e sustentável dos recursos, garantindo que a água continue a fluir como uma fonte vital de vida e prosperidade para as gerações presentes e futuras.

Os alertas emitidos tanto pelas Nações Unidas, em relatórios, especialmente aqueles voltados para os ODS (UN Water, 2021), em torno da escassez de água e das crises hídricas têm destacado cada vez mais o papel crucial da governança na gestão dos recursos hídricos, apontando para a má gestão como uma das principais causas dos problemas enfrentados pela população. Para compreender melhor esse enfoque, é importante explorar alguns conceitos de governança relevantes para as Relações Internacionais e, então, identificar quais deles se mostram fundamentais para analisar o cenário contemporâneo de gerenciamento dos recursos hídricos, tomando como base referenciais teóricos consolidados e exemplos práticos de arranjos institucionais aplicados em diferentes escalas.

Embora o Brasil possua cerca de 12 % da água doce superficial disponível no planeta e abrigue importantes reservas subterrâneas, como os aquíferos Guarani e Alter do Chão, o país ainda enfrenta desigualdades estruturais profundas no acesso à água potável e ao saneamento básico (ANA, 2024). Dados do Instituto Trata Brasil (2024) indicam que entre 32 e 33 milhões de brasileiros, aproximadamente 11 % da população, permanecem sem acesso à água tratada, proporção que chega a 35,8 % na Região Norte. Mais de 90 milhões de pessoas não dispõem de coleta de esgoto, situação que compromete a saúde pública, degrada os ecossistemas aquáticos e evidencia falhas na implementação do Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), que estabelece como meta a universalização dos serviços até 2033.

O Censo 2022 (IBGE) mostra avanços pontuais na coleta de esgoto, hoje presente em 75,7 % dos domicílios, mas ainda 49 milhões de brasileiros vivem sem esgotamento sanitário adequado, e cerca de 6 milhões não têm acesso a abastecimento

de água apropriado. Nas áreas rurais e nas regiões semiáridas do Nordeste, o quadro é ainda mais crítico: 1,9 milhão de pessoas dependem de carro-pipa, quase 1 milhão utilizam água de chuva armazenada e centenas de milhares recorrem a rios, açudes e córregos para suprir suas necessidades domésticas (IBGE, 2024). Para sintetizar as diferenças e semelhanças entre os desafios hídricos globais e nacionais, apresenta-se a seguir um quadro comparativo que destaca os principais indicadores de acesso, uso e gestão da água no mundo e no Brasil.

Tabela 1. Panorama hídrico global e brasileiro (2024–2025)

Indicador	Mundo	Brasil
População sem acesso a água potável segura	2,2 bilhões (27%)	32–33 milhões (11%)
População sem coleta de esgoto/saneamento seguro	3,4 bilhões (42%)	90 milhões (44%)
População em escassez severa de água $\geq$ 1 mês/ano	4 bilhões (quase 2/3)	Dados nacionais não consolidados; regiões do semiárido sofrem secas cíclicas
População em estresse hídrico elevado ou extremo	35%	Pontual, em regiões metropolitanas e áreas semiáridas
Uso da água pela agricultura	72%	50% (aprox.)
Uso da água pela indústria	15 - 20%	17% (aprox.)
Uso da água por serviços/doméstico	12%	33% (aprox.)
Dependência de fontes alternativas (carro-pipa, cisterna, rios)	Prevalente em zonas áridas e rurais	1,9 milhão de pessoas com carro-pipa; quase 1 milhão com água de chuva armazenada
Perdas de água no sistema de distribuição		Média nacional de 37% (SNIS, 2023)

Esses indicadores revelam que, apesar da abundância hídrica, a distribuição e a qualidade do acesso à água no Brasil estão fortemente condicionadas por desigualdades regionais e socioeconômicas. Tais desafios reforçam a ideia de que a crise hídrica é também um problema de governança: não basta a disponibilidade física do recurso, é necessário garantir mecanismos institucionais, técnicos e participativos que assegurem a universalização do acesso e a gestão sustentável, respeitando as especificidades territoriais e sociais.

1.1. Governança nas RI: teorias e aplicações

Na área das Relações Internacionais, o conceito de governança emergiu como um elemento essencial para compreender a dinâmica das interações entre atores locais, nacionais, regionais ou globais, sejam eles governamentais, sociais ou empresariais, em questões que transcendem as fronteiras estatais. Diversos estudiosos, como Stephen Krasner³, contribuíram significativamente para o desenvolvimento e a articulação dessas perspectivas, trazendo nuances e abordagens distintas que enriquecem a compreensão desse fenômeno complexo (Rosenau, 2009, p. 8).

Uma das abordagens fundamentais para entender a governança global foi proposta por James N. Rosenau (2009). Ele conceituou a governança global como um sistema de regras e arranjos que regula e sustenta atividades além das fronteiras nacionais, envolvendo tanto atores governamentais quanto não governamentais. Esses arranjos são baseados em princípios, normas, regras e procedimentos implícitos ou explícitos, em torno dos quais as expectativas dos atores convergem, assim como os regimes internacionais, de acordo com o conceito de Krasner (1982).

Rosenau (2009, p. 9), todavia, vai além e mostra o conceito de governança como um conjunto de arranjos e mecanismos que surgem nas lacunas e interseções entre regimes ou sistemas de governança. Especificamente, ele abrange princípios, normas, regras e procedimentos que são ativados quando há sobreposição, conflito ou necessidade de coordenação entre dois ou mais regimes distintos. A governança aqui se concentra na facilitação da acomodação e resolução de conflitos entre interesses concorrentes, garantindo que as diversas abordagens e autoridades possam coexistir e colaborar eficazmente. Em essência, a governança é vista como um processo dinâmico de gerenciamento e coordenação que busca harmonizar diferentes sistemas e interesses para alcançar objetivos comuns ou resolver disputas.

A característica distintiva da governança é sua operação na ausência de autoridades centrais, o que a diferencia dos governos tradicionais. Para que isso aconteça, é necessário haver aceitação às regras pré-estabelecidas. Segundo Rosenau (2009, p. 4),

³ Em sua obra: *International Regimes* (1983), Krasner trouxe um conceito de regimes internacionais que serviria de inspiração para posteriores discussões sobre governança, já que ambos são concebidos como “*arrangements*” (Rosenau, 2009, p. 8).

Governança é, portanto, um sistema de regras que depende tanto de significados intersubjetivos quanto de constituições e cartas formalmente sancionadas. Em outras palavras, a governança é um sistema de regras que funciona apenas se for aceito pela maioria (ou, pelo menos, pelos mais poderosos dos que ela afeta), enquanto os governos podem funcionar mesmo diante de uma oposição generalizada às suas políticas. Nesse sentido, a governança é sempre eficaz em desempenhar as funções necessárias para a persistência do sistema; caso contrário, não é concebida como existente (pois, em vez de se referir a uma governança ineficaz, fala-se de anarquia ou caos). Por outro lado, os governos podem ser bastante ineficazes sem serem considerados inexistentes (são simplesmente vistos como "fracos"). Assim, é possível conceber a governança sem governo - de mecanismos regulatórios em uma esfera de atividade que funcionam efetivamente mesmo sem possuírem autoridade formal.

Robert O. Keohane e Joseph S. Nye (1972) também contribuíram significativamente para o debate sobre governança transnacional, introduzindo a ideia de que atores não estatais desempenham um papel cada vez mais relevante na definição das políticas internacionais. Eles exploraram como as relações transnacionais moldam e desafiam o tradicional monopólio estatal na tomada de decisões, como a legitimação por parte da população. De acordo com os autores (Nye e Keohane, 1972, p. 330, tradução própria),

(...) os estados estão longe de serem os únicos atores na política mundial. Arnold Wolfers observou há mais de uma década que "o Vaticano, a *Arabian-American Oil Company* e uma série de outras entidades não estatais ocasionalmente conseguem influenciar o curso dos eventos internacionais. Quando isso acontece, essas entidades se tornam atores na arena internacional e concorrentes do estado-nação. Sua capacidade de operar como atores internacionais ou transnacionais pode ser atribuída ao fato de que as pessoas se identificam a si mesmas e seus interesses com entidades corporativas diferentes do estado-nação".

Em ambos os conceitos apresentados previamente, a aceitação ou a legitimação de uma governança é a chave para que os atores atuantes ponham em prática suas diretrizes. César de Prado (2007), ao analisar a governança multinível⁴, argumenta, por sua vez, que há a necessidade de sinergia entre atores transnacionais e órgãos governamentais para que a governança funcione, baseado no funcionamento da Nova

⁴ Prado (2007, p. 4) explica como entende a governança multinível no seguinte trecho: "Inspirado no pensamento "consiliente" de Wilson (1998), defendo que se deve tentar compreender os muitos níveis analíticos inter-relacionados que transformam conjuntamente o atual sistema mundial hiper conectado. Os estados-nação tradicionais estão agora incorporados em um novo quadro de governança global multinível, no qual uma pluralidade de atores públicos e privados interagem competitivamente em uma dimensão refinada de poder territorial, onde não apenas os Estados Unidos, mas também os processos regionais mundiais se tornaram particularmente salientes."

Ordem Mundial descrita por Slaughter (2004 apud Prado, 2007, p. 26, tradução do autor), conforme segue:

Slaughter (2004) argumentou que uma cooperação intergovernamental mais eficaz e justa é possível se concordarmos em melhores formas de criar sinergias responsáveis entre o crescente número de redes informais transnacionais de funcionários governamentais nos poderes legislativo, executivo e até mesmo judiciário capazes de avançar os aspectos funcionais da governança global. Para que as redes públicas globais funcionem, também é imperativo que os espaços públicos virtuais mobilizem atores transnacionais baseados no conhecimento que ajudem a consensuar os princípios básicos de funcionamento da ordem mundial em evolução, na qual os estados-nação de fato já suavizaram o princípio da soberania.

Slaughter (2004) ressaltou a importância de compreender a interconectividade entre a governança transnacional e as dinâmicas políticas domésticas, destacando que, em determinados contextos, atores sociais podem recorrer a mecanismos externos quando as instituições nacionais se mostram ineficazes ou hostis às suas demandas. Esse movimento dialoga com o que Keck e Sikkink (1998, p.12-13) denominaram efeito bumerangue, no qual indivíduos ou grupos, diante da ausência de canais responsivos no âmbito interno, mobilizam redes transnacionais de advocacia para acionar governos estrangeiros, organismos multilaterais ou instâncias judiciais internacionais. A pressão internacional, nesse caso, retorna ao país de origem na forma de constrangimento político, diplomático ou econômico, com o objetivo de forçar mudanças internas.

Esse mecanismo foi amplamente documentado em campanhas de direitos humanos, meio ambiente e igualdade de gênero, nas quais organizações da sociedade civil, impossibilitadas de obter avanços em seus próprios territórios, articularam alianças com atores externos para influenciar a agenda doméstica. Assim, a governança transnacional não se limita a interações entre Estados ou entre poderes legislativo, executivo e judiciário, mas envolve redes complexas de atores que operam em múltiplos níveis e que podem transformar padrões de poder e responsabilização política. Segundo Slaughter (2004, p. 194, tradução do autor):

[i]ndivíduos e grupos em países não democráticos também podem usar instituições governamentais de estados democráticos para alcançar uma medida de justiça que não podem obter em seus próprios países. O tribunal ou agência reguladora de um estado pode ser capaz de exercer funções judiciais ou regulatórias para as pessoas de outro estado. Vítimas de violações de direitos humanos, por exemplo, em países como Argentina, Etiópia, Haiti e Filipinas, têm buscado reparação nos tribunais dos Estados Unidos. Os tribunais dos EUA aceitaram esses casos, muitas vezes contra as objeções do poder

executivo, usando uma interpretação ampla de uma lei moribunda que remonta a 1789.

Em se tratando de cooperação entre o aparato jurídico e o administrativo dos Estados nacionais e os demais atores internacionais que compõem a governança, Oran R. Young (2010) abordou a dinâmica das mudanças nas instituições de governança que lidam com as relações entre humanos e meio ambiente, conhecidas como regimes ambientais ou de recursos. Ele destaca como algumas dessas instituições permanecem inalteradas, mesmo quando se tornam ineficazes, enquanto outras passam por mudanças abruptas ou colapsos. Young (2010, p. 380) explica que:

Os regimes ambientais e de recursos são, por si só, sistemas complexos e dinâmicos. É importante entender que os sistemas de governança que criamos para orientar as relações entre humanos e meio ambiente podem ser e frequentemente são tão complexos e dinâmicos quanto os sistemas socioecológicos que foram criados para orientar. Isso torna relevante questionar sobre a resiliência e vulnerabilidade dos regimes diante das mudanças que ocorrem em grandes sistemas humanos-meio ambiente acoplados, como o sistema climático da Terra, grandes ecossistemas marinhos e seus equivalentes terrestres. Uma questão de interesse particular nesse contexto gira em torno do grau em que a complexidade nos sistemas socioecológicos relevantes apresenta desafios especiais em relação à resiliência e vulnerabilidade nos regimes ambientais e de recursos.

É possível entender, assim, que a governança ambiental e de recursos é parte de um sistema complexo e dinâmico, em que o Estado e outros atores desempenham papéis importantes na gestão das relações entre humanos e meio ambiente. Sendo assim, a capacidade de adaptação e resposta a mudanças nos sistemas socioecológicos é crucial para a eficácia da governança ambiental.

Nesse contexto, a governança pode ser entendida como a capacidade de governar em sentido amplo, envolvendo um conjunto de mecanismos utilizados pelo Estado para alcançar objetivos coletivos e contemplar a pluralidade de interesses da sociedade civil. Essa abordagem pressupõe um Estado mais flexível, que descentraliza funções, transfere responsabilidades e amplia, em vez de restringir, o universo de atores participantes, mantendo, contudo, os instrumentos de controle e supervisão (Diniz, 1999, p. 196, apud Araújo, 2019).

Esses diversos autores e suas respectivas contribuições destacam a complexidade e a diversidade de abordagens da governança nas Relações Internacionais, especialmente quando se trata de recursos naturais, como a água. Ao sintetizar essas

perspectivas, é possível obter uma compreensão mais abrangente e holística dos desafios e oportunidades enfrentados na arena global.

1.2. Por que o Mundo Precisa de uma Governança da Água?

A discussão sobre a necessidade de uma governança global da água é abrangente e tem sido objeto de diferentes abordagens. Uma perspectiva holística e supranacional, evidenciada por Joyeeta Gupta (2011), sugere que existem quatro motivos principais para se considerar essa governança em nível global.

Primeiro, é importante reconhecer que a Terra possui um sistema hidrológico único e interconectado. Ou seja, os recursos hídricos formam parte de um todo, tendo em vista que os rios, aquíferos, lagos, oceanos, estão em contato entre si e se influenciam reciprocamente. Além disso, os desafios relacionados às mudanças climáticas e à perda de biodiversidade são fenômenos globais, cujas causas e impactos transcendem as fronteiras nacionais.

Em segundo lugar, é crucial entender que os problemas locais relacionados à água podem, em última instância, contribuir para tendências problemáticas em escala nacional, regional ou, ainda, global. Por exemplo, a escassez de água em determinada região pode afetar a disponibilidade desse recurso em outras partes do país e mesmo em outras nações. Em terceiro lugar, esses impactos (diretos e indiretos) do uso da água podem ter implicações em diferentes esferas, na economia, na política, no meio ambiente, na cultura e na saúde pública. Por fim, a estruturação da ciência global da água com base nos desafios emergentes da governança global da água é fundamental para uma abordagem integrada e eficaz na gestão desse recurso vital (Gupta, 2011, p. 5).

Nesse contexto global de interdependência e urgência climática, a ECO-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, tornou-se um marco paradigmático ao formular a Agenda 21, um plano de ação que consolidou sustentabilidade como eixo estruturante de políticas públicas⁵. A conferência inovou ao incluir formalmente a sociedade civil nas negociações, ampliando a legitimidade democrática e reconhecendo a pluralidade de vozes no debate ambiental (ONU Brasil, 2020).

Em particular, o Capítulo 18 da Agenda 21, *“Protection of the Quality and Supply of Freshwater Resources: Application of Integrated Approaches...”*, introduziu o conceito normativo de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (IWRM),

⁵ A Eco-92 foi precedida pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, evento emblemático que resultou na Declaração de Estocolmo e na criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), inaugurando a agenda ambiental global.

estabelecendo-a como fundamento de políticas eficazes de uso, conservação e proteção da água. O documento destaca claramente que a água deve ser compreendida como um bem ambiental, social e econômico, cuja qualidade e quantidade condicionam sua utilização racional. Esse entendimento articula uso múltiplo com preservação de ecossistemas e participação comunitária, ao longo das seções 18.8-18.9.

Além disso, o Capítulo 18 delineia medidas de implementação concretas em nível institucional: desde planos nacionais com orçamento definido, mecanismos de precificação, controle de enchentes e secas até incentivo ao reuso e à tecnologia para dessalinização; igualmente, recomenda a mobilização da capacidade técnica em diferentes níveis de gestão e participação cidadã ampliada, com especial atenção às mulheres e aos grupos locais, para fortalecer a legitimidade e efetividade da governança hídrica.

Esse arcabouço teve influência decisiva na construção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, que consagra metas como acesso universal à água potável, saneamento, eficiência hídrica, restauração de ecossistemas e implementação da IWRM, demonstrando continuidade conceitual com a Agenda 21.

Vinte anos depois, a Conferência Rio+20 (2012) reafirmou essas diretrizes no documento *The Future We Want*, enfatizando que "a água está no cerne do desenvolvimento sustentável" e reafirmando compromissos como o direito humano à água e saneamento, proteção dos ecossistemas aquáticos, eficiência dos recursos e cooperação internacional, especialmente para enfrentar desastres como secas e enchentes, elencados nos textos dos parágrafos 119-124 do documento (UNEP, 2012).

O documento reforça, ainda, que a IWRM representa um caminho aprovado internacionalmente para a gestão equitativa, sustentável e eficiente da água, considerando as crescentes demandas concorrentes entre agricultura, indústria, ambientes urbanos e ecossistemas (ONU, 2018). Portanto, as conferências de 1992 e 2012 estabeleceram um *continuum* normativo: primeiro, introduzindo um modelo integrado e participativo de governança hídrica; depois, reafirmando seu valor como eixo central de políticas de sustentabilidade, com apoio político global e mobilização de recursos.

Contudo, a execução dessa governança global enfrenta entraves significativos e complexos. Conforme identifica Gupta (2011, p. 6), destacam-se a competição entre diferentes ideologias e normas, a complexidade crescente dos problemas, a fragmentação das instâncias globais, contextos nacionais plurais e a persistência da

soberania como barreira à ação internacional. A autora, com foco no Sul Global, enfatiza que a coordenação eficaz entre os níveis local e global é condição de sucesso, pois a governança deve ser tanto normativa quanto aderente à realidade local.

Esse argumento ecoa a reflexão de Rosenau (2009, p. 4) que afirma que "a governança é um sistema de regras que funciona apenas se for aceito pela maioria (ou pelos mais poderosos dentre os afetados), enquanto os governos podem operar mesmo diante de oposição generalizada." Ou seja, a legitimidade e a aceitação social são tão fundamentais quanto a robustez institucional.

Esses princípios se sustentam no conceito de desenvolvimento sustentável, formalizado no Relatório Brundtland (1987), que define: "O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades" (United Nations, 1987). Trata-se de um modelo que legitima o equilíbrio entre justiça intergeracional e integração das dimensões econômica, social e ambiental, fundamentos que orientaram tanto a Agenda 21 quanto os ODS, e que continuam a informar o debate sobre a governança global da água.

A implementação efetiva da governança global da água, todavia, enfrenta uma série de desafios, elencados por Gupta (2011, p. 6) abaixo:

Os desafios de governança em nível global incluem: competição entre diferentes ideologias e normas que não têm sido fáceis de resolver nos fóruns tradicionais de consenso; aumento da complexidade das questões; fragmentação da governança em nível global e pluralismo em nível nacional (especialmente nos países em desenvolvimento); a contínua relevância da soberania, especialmente porque os governos são essencialmente responsáveis apenas perante suas próprias populações; e as oportunidades limitadas ou distorcidas para a resolução de disputas.

Por sua experiência em Desenvolvimento no Sul Global, a perspectiva de Gupta (2011) demonstra uma maior preocupação na coordenação entre os níveis local e global, a partir da perspectiva desses países, uma vez que, retomando a ideia de Rosenau (2009, p. 4),

[...] a governança é um sistema de regras que funciona apenas se for aceito pela maioria (ou, pelo menos, pelos mais poderosos dos que ela afeta), enquanto os governos podem funcionar mesmo diante de uma oposição generalizada às suas políticas.

Nesse contexto, sugere-se a prerrogativa de que a governança se faz necessária, especialmente nos países em desenvolvimento, onde aparatos políticos, econômicos, jurídicos e de segurança carecem de apoio externo para que a cooperação internacional no que tange ao gerenciamento de recursos hídricos aconteça de maneira efetiva.

Em março de 2023, em Nova York, o Pacto Global da ONU no Brasil organizou o evento "Repensando a Governança da Água no Brasil: Enfoque na Crise Climática e na Agenda de Cooperação pela Água", realizado em conjunto com a Conferência da Água da ONU. O objetivo foi reunir líderes empresariais, organizações e representantes do setor público para promover projetos de resiliência hídrica, gestão eficiente do uso da água e melhor acesso à infraestrutura de saneamento. Além disso, o evento teve o objetivo de impulsionar ações tanto de curto quanto de longo prazo. (Pacto Global, 2023).

A realização de uma conferência mundial exclusivamente dedicada ao tema da água, pela Organização das Nações Unidas, reflete a crescente relevância atribuída a essa questão, especialmente à luz das preocupações emergentes relacionadas ao clima.

Além disso, a organização de um evento paralelo específico sobre questões hídricas no Brasil, dentro do contexto de uma conferência internacional de grande escala, promovida pela Rede Brasil do Pacto Global, destaca a importância cada vez maior que o Sul Global vem assumindo no âmbito internacional em relação a essa temática.

Historicamente, desde as discussões sobre água segura ao consumo e saneamento básico na Convenção das Nações Unidas sobre a Água, em 1977, na Argentina, (Hoekstra, 2003), observa-se uma evolução gradual da governança da água, passando do nível local para o global. Abaixo, um aparato geral das discussões e eventos no âmbito das Nações Unidas, que visa proporcionar uma visão sintetizada dessa evolução:

Tabela 2. Conferências internacionais e a evolução do tema da água

Ano	Evento/Conferência	Conceitos e consensos centrais	Abordagem do tema da água
1972	Conferência de Estocolmo (Suécia)	Primeira grande conferência ambiental da ONU; reconhecimento da relação entre meio ambiente e desenvolvimento.	Água tratada como recurso essencial para a qualidade de vida, com foco na poluição e nos riscos à saúde pública.

1977	Conferência de Mar del Plata (Argentina)	Primeira conferência exclusivamente dedicada à água.	Declaração de que todos os povos têm direito ao acesso à água potável em quantidade e qualidade adequadas.
1992	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - ECO-92 (Rio de Janeiro)	Consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável; aprovação da Agenda 21.	Capítulo 18 da Agenda 21 dedicado à gestão integrada da água, com ênfase na cooperação internacional e participação social.
2000	Cúpula do Milênio (Nova York)	Definição dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).	Metas para reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso sustentável à água potável e saneamento.
2012	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável - Rio+20 (Rio de Janeiro)	Documento <i>O Futuro que Queremos</i> ; fortalecimento da Agenda 21.	Reconhecimento do acesso à água potável e saneamento como direito humano essencial.
2015	Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (Nova York)	Aprovação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).	O ODS 6 estabelece compromissos de garantir disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.
2023	Conferência da Água da ONU (Nova York)	Primeira conferência global dedicada à água desde Mar del Plata.	Lançamento de compromissos voluntários para acelerar a implementação do ODS 6, com enfoque em resiliência climática.

No entanto, é importante questionar não apenas a necessidade de governança global da água, mas também quais aspectos dessa governança estão sendo ampliados e quais não estão.

Nesse sentido, Gupta (2011, p. 6) acrescenta a teoria da política da escala, com o argumento de que os atores sociais têm diferentes motivos para aumentar ou diminuir a escala das questões relacionadas à água, e é a política nacional coletiva que determina as questões a serem priorizadas em nível global. Ela explica que:

A teoria da política de escala argumenta que os atores sociais têm uma variedade de razões para escalar para cima ou para baixo os problemas, e é a política nacional coletiva que determina o que será escalado e o que não será. Existem quatro tipos de argumentos para escalar um problema: (a) para melhorar a compreensão do problema (e levar em conta externalidades, identificar impactos e limites globais de um problema e entender as ideologias subjacentes que orientam a

tomada de decisões); (b) para promover uma governança eficaz e inclusiva (incluindo todos os países e com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável); (c) para promover interesses domésticos (criando um campo de jogo político nivelado, adiando ações unilaterais, evitando uma corrida para o fundo do poço e promovendo um uso melhor da tecnologia globalmente); e (d) para promover interesses extraterritoriais (para ganhar influência, aumentar o espaço de tomada de decisões e acessar recursos em outros lugares). Argumentos semelhantes também existem para escalar um problema para baixo: (a) para melhorar a compreensão do problema através de maior resolução e detalhamento dos elementos críticos locais e contextuais; (b) para promover uma governança eficaz utilizando instituições existentes e mobilizando a população local; (c) para promover interesses domésticos evitando a responsabilidade por efeitos externalizados e protegendo interesses nacionais; e (d) para promover interesses extraterritoriais por meio de estratégias de divisão e controle, inclusão e exclusão, e para contornar órgãos e procedimentos específicos no nível global que são vistos como obstáculos à formulação de políticas.

Assim, enquanto a discussão sobre a necessidade de governança global da água é relevante, é igualmente importante analisar como essa governança está sendo abordada e implementada em prática, considerando os diversos interesses envolvidos e os desafios inerentes à escala global. Nesse contexto, a governança da água, embora frequentemente associada às grandes conferências multilaterais da ONU, é amplamente influenciada por uma série de encontros especializados que articulam conhecimento técnico, científico e político.

Espaços como o Fórum Mundial da Água, organizado trienalmente pelo Conselho Mundial da Água desde 1997, desempenham um papel crucial ao reunir representantes de governos, organizações da sociedade civil, setor privado e comunidade acadêmica para debater soluções integradas para desafios hídricos globais (World Water Council, 2023). Esses fóruns funcionam como arenas de negociação paralelas, nas quais práticas inovadoras, tecnologias emergentes e estratégias de governança podem ser discutidas e testadas antes de serem incorporadas em agendas oficiais internacionais, oferecendo uma ponte entre o conhecimento técnico e a formulação de políticas públicas.

De maneira complementar, a Semana Mundial da Água, promovida pelo Stockholm International Water Institute (SIWI) desde 1991, demonstra como a ciência e a experiência empírica podem orientar a construção de consensos internacionais. Por meio de painéis temáticos, workshops e diálogos estruturados, especialistas acadêmicos e técnicos apresentam evidências sobre a vulnerabilidade dos recursos hídricos frente às

mudanças climáticas, à urbanização acelerada e à escassez regional de água (SIWI, 2023).

Esses encontros favorecem não apenas a difusão de conhecimento, mas também o fortalecimento de redes transnacionais que facilitam a implementação de políticas e programas alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 6, relativo à água e saneamento .

Além disso, relatórios sistemáticos, como o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento da Água (WWDR), desempenham papel complementar ao fornecer análises técnicas detalhadas sobre o estado da água no mundo, identificando lacunas de governança, desafios emergentes e boas práticas. Elaborados em colaboração com a UN Water e organismos especializados, esses documentos não apenas consolidam dados científicos confiáveis, mas também orientam decisões políticas, estabelecendo referências para a cooperação internacional e incentivando o diálogo entre atores de diferentes escalas (UN Water, 2023). Dessa forma, a produção de conhecimento técnico e científico não é apenas um suporte informativo, mas se constitui em mecanismo estratégico de governança, capaz de articular interesses locais, nacionais e globais.

A relevância desses encontros de especialistas e fóruns acadêmicos evidencia que a governança da água não pode ser entendida apenas como um processo normativo ou institucional. Ela é, sobretudo, um processo de aprendizado coletivo e contínuo, no qual o compartilhamento de experiências, a discussão de evidências empíricas e a articulação de interesses diversos são fundamentais para a construção de soluções integradas. Em particular, para os países do Sul Global, onde as capacidades institucionais frequentemente enfrentam limitações, esses fóruns oferecem oportunidades de acesso a conhecimentos especializados, financiamento e redes de cooperação que fortalecem a implementação de políticas de gestão hídrica e a adaptação às mudanças climáticas, reforçando a interdependência entre escalas locais e globais (Gupta, 2011).

A análise da governança global da água, portanto, não pode se restringir às conferências formais da ONU, mas deve considerar a influência decisiva de fóruns especializados, encontros acadêmicos e relatórios técnicos internacionais. Esses espaços contribuem para a construção de consensos, para a difusão de boas práticas e para a articulação de políticas inclusivas e sustentáveis, representando instrumentos estratégicos essenciais para superar os desafios da gestão hídrica em escala global.

1.3. Dilemas da Governança da Água e o ODS 6

Os desafios de gestão da água em um contexto global são muito complexos, abrangendo questões de acesso, distribuição, qualidade e sustentabilidade (UN Water, 2021). Ademais, há casos em que a competição pelo acesso à água é exacerbada pela escassez crescente e pelo aumento das demandas por água em setores como agricultura, indústria e abastecimento urbano.

A escassez de água tem gerado diversos conflitos regionais e internacionais, refletindo o impacto da competição por recursos hídricos. No Oriente Médio, disputas sobre o Rio Jordão e o potencial para "guerras da água" exemplificam como a escassez pode agravar tensões regionais.⁶ Similarmente, a construção da Represa de Atatürk na Turquia tem causado disputas com a Síria e o Iraque, que dependem do rio Tigre-Eufrates para agricultura e abastecimento.⁷ No contexto africano, a construção da Represa do Grande Renascimento Etíope (GERD) tem gerado preocupações no Egito e no Sudão sobre a redução do fluxo do Rio Nilo, refletindo as tensões sobre o uso compartilhado de recursos hídricos.⁸ Esses exemplos ilustram como a competição por água pode intensificar conflitos e afetar as relações entre países (Hoekstra, 2003, p. 126).

O conflito palestino-israelense é um dos mais duradouros e complexos do cenário internacional contemporâneo, marcado por sucessivos fracassos nos processos de paz. Após a Guerra dos Seis Dias⁹, a ocupação israelense agravou o acesso palestino a esses recursos, transformando a água em instrumento de poder político e econômico.

Segundo Silverbrand (2008), a disponibilidade *per capita* de água é extremamente baixa, ficando em torno de 350 m³/ano em Israel e abaixo de 250 m³/ano

⁶ O conflito hídrico na região do Oriente Médio envolve principalmente Israel, Palestina, Jordânia, Líbano e Síria, que compartilham o Rio Jordão e aquíferos subterrâneos como suas principais fontes de água. A distribuição desigual e a escassez desses recursos têm alimentado disputas políticas e territoriais, tornando a água um fator estratégico nos embates regionais. (Araújo, 2019).

⁷ A Represa de Atatürk integra o Projeto do Sudeste da Anatólia (GAP), desenvolvido pela Turquia para geração de energia e irrigação. Contudo, a redução do fluxo dos rios Tigre e Eufrates impactou a disponibilidade hídrica na Síria e no Iraque, gerando tensões diplomáticas e acusações de uso unilateral dos recursos compartilhados. (Power Technology, 2012).

⁸ A Represa do Grande Renascimento Etíope (GERD), iniciada em 2011 no Nilo Azul, representa o maior projeto hidrelétrico da África. Sua construção tem suscitado tensões diplomáticas, sobretudo com o Egito, altamente dependente do Nilo para abastecimento e agricultura, e com o Sudão, devido ao receio de redução do fluxo hídrico e impactos sobre a segurança alimentar e energética desses países. (Atlantic Council, 2018)

⁹ Ocorreu de 5 a 10 de junho de 1967, marcada por um conflito armado entre Israel e os Estados árabes vizinhos, Egito, Síria e Jordânia, com uma ofensiva preventiva israelense contra o Egito. Em apenas seis dias, Israel obteve vitória militar expressiva e ampliou significativamente seus territórios, ocupando a Faixa de Gaza, a Península do Sinai, a Cisjordânia, Jerusalém Oriental e as Colinas de Golã. Essas conquistas alteraram de forma duradoura a geopolítica regional e intensificaram as disputas com a população palestina. (Wilson Center, 2017)

nos territórios palestinos, bem abaixo do mínimo de 1.000 m³/ano recomendado pelo Banco Mundial. A administração e o controle exercidos por Israel sobre as principais fontes hídricas, como o rio Jordão e os aquíferos da Cisjordânia, resultam em políticas discriminatórias que acentuam as desigualdades e potencializam tensões. Como aponta Yakhin (2006, apud Araújo, 2019), a escassez, em si, é o principal motor das disputas.

O caráter internacional das águas, compartilhadas por Israel, Palestina, Jordânia, Síria e Líbano, amplia ainda mais a complexidade, configurando-as como “recursos comuns” em Direito Internacional. Contudo, a apropriação israelense das principais nascentes e a gestão desigual da distribuição levam à estagnação agrícola palestina, venda de terras e, em Gaza, a uma crise sanitária alarmante, como relatado por Trew (2019). A contaminação dos aquíferos e o colapso dos sistemas de saneamento tornam o enclave praticamente inabitável, com risco de migração forçada de milhões de pessoas, o que ampliaria o conflito regional.

O descumprimento de acordos, como o Plano Johnson, e a exploração maciça dos recursos por Israel, que chega a controlar 90% da água da região, demonstram a utilização da água como ferramenta de dominação (Corradin, 2016). Isso gera não apenas insegurança hídrica, mas também pressões sociais e políticas que alimentam ciclos de violência e ressentimento, com forte repercussão internacional.

Nesse cenário, a busca por soluções passa pelo uso consciente e sustentável da água, associado a estudos como a Pegada Hídrica, a Água Virtual e os ODS. Essas ferramentas podem subsidiar políticas de gestão mais equitativas e racionais, capazes de mitigar as tensões e reduzir o risco de novos conflitos em grande escala no futuro.

É nesse contexto que a distribuição equitativa, observando que questões de justiça social e direitos humanos estão intrinsecamente ligadas à gestão dos recursos hídricos por meio de uma governança global da água, fornecerá além das diretrizes e práticas de gerenciamento efetivas para o ODS 6, também maior segurança à população mundial.

O Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2024, intitulado “Água para a prosperidade e a paz: Fatos, dados e exemplos de ações”, traz dados e pesquisas que indicam que a coordenação entre as partes interessadas, estabelecida por meio de capacidades institucionais, como acordos formais, tratados ou relações informais de trabalho, pode mitigar conflitos. Essas capacidades institucionais demonstraram resiliência ao longo do tempo, mesmo em meio a outros desentendimentos. A promoção da cooperação pacífica através do

WASH¹⁰ em South Kordofan (Sudão) representa esse cenário (UNESCO, 2024, p. 4, tradução do autor):

Por anos, as comunidades nômades e as comunidades fixas de Kadugli e Reif Shargi tinham um acordo mútuo sobre o uso das fontes de água. No entanto, em 2021, um confronto mortal entre nômades e residentes sobre danos a uma bomba de água levou à proibição do uso e acesso à água pelos nômades. As autoridades locais e os parceiros do setor de água, saneamento e higiene (WASH) lançaram uma intervenção conjunta para construir bombas de água adicionais em áreas que facilitassem a interação entre nômades e residentes. Comissões conjuntas de WASH realizam controles e manutenção regulares e intervêm em caso de desentendimentos ou conflitos nos pontos de água.

De acordo com o relatório, a adoção de plataformas e processos inclusivos e participativos na cooperação hídrica transfronteiriça é fundamental para alcançar um entendimento comum sobre objetivos e benefícios. As comunidades indígenas e tradicionais, que muitas vezes possuem laços ancestrais que atravessam fronteiras, devem ser centrais nesses diálogos, representando uma oportunidade para fortalecer a cooperação. O relatório (UNESCO, 2024, p. 7, tradução do autor) traz como exemplo o Parque da Paz Salween, uma iniciativa liderada por povos indígenas para promover a paz e proteger a bacia do Rio Salween, que configura-se como o maior curso fluvial asiático que mantém sua dinâmica natural sem grandes alterações antropogênicas.

Estende-se por China, Mianmar e Tailândia, na região do estado Karen, em Mianmar, os rios da bacia desempenham papéis ecológicos críticos, fornecendo serviços essenciais à subsistência das comunidades locais, ao mesmo tempo em que carregam significados culturais e religiosos profundos para os povos indígenas, sendo venerados em práticas espirituais tradicionais. Adicionalmente, a área tem sido palco de conflitos prolongados por mais de sete décadas, caracterizados por confrontos armados intermitentes que impactam diretamente a gestão dos recursos naturais e a vida cotidiana das populações ribeirinhas.

Criado em 2018 para promover a paz sustentável, o Parque da Paz Salween (SPP) abrange mais de 6.000 km² de uma paisagem altamente biodiversa. O SPP é uma iniciativa liderada pela comunidade que capacita as comunidades indígenas locais a revitalizar suas práticas tradicionais, garantir a conservação da bacia e apoiar a gestão da água ao conservar ecossistemas críticos. O SPP é gerido de forma sustentável pelas comunidades indígenas Karen por meio de uma

¹⁰ Sigla para representar a atuação conjunta dos setores de água, saneamento e higiene (Water, Sanitation and Hygiene)

estrutura de governança democrática inclusiva que oferece espaços para que as pessoas locais discutam em igualdade de condições. O SPP foi um dos vencedores do Prêmio Equator de 2020.

Esta iniciativa enfrenta várias pressões devido à extração de recursos, propostas de desenvolvimento hidrelétrico e contestações territoriais. Desde a ação militar em 2021, o deslocamento e a interrupção dos meios de subsistência paralisaram a gestão e a atividade de monitoramento lideradas pela comunidade.

Acrescenta-se aos desafios, a participação das mulheres no setor hídrico, particularmente nas questões transfronteiriças, que continua sendo insuficiente. No entanto, sua participação é considerada crucial em todos os aspectos da cooperação hídrica, incluindo desenvolvimento, construção da paz, prevenção e resolução de conflitos, reconstrução e recuperação pós-conflito. É o caso da Associação de Uso da Água das Mulheres no Dique de Malaka (UNESCO, 2024, p. 8, tradução do autor):

No Iémen, a água do Dique de Malaka era usada principalmente por três vilarejos vizinhos para irrigação e gado, e foi um motivo de conflito por décadas. Para interromper o conflito, foi emitido um decreto tribal proibindo o uso da água do dique. Em seguida, uma associação de uso da água (WUA) gerida por mulheres da comunidade, Al Malaka, assumiu a liderança na resolução de disputas e negociações de paz sobre o uso da água do dique. Com o apoio da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), os membros da WUA conseguiram negociar a implementação de um sistema de tubulação que utiliza o fluxo por gravidade para direcionar a água do Dique de Malaka para vários poços de água subterrâneos na área. Essa solução foi inovadora e eficaz, pois eliminou a necessidade de uso direto da água do dique, reduziu a evaporação e rejuvenesceu os recursos de água dos poços. Desde então, a água tem sido usada pacificamente para gado e irrigação nas áreas circundantes. Este exemplo destaca a necessidade de envolvimento da comunidade e a inclusão das mulheres em questões de diplomacia hídrica na região árabe.

Nos casos apresentados, observa-se que a governança da água depende não apenas de acordos técnicos, mas sobretudo da capacidade de articulação entre diferentes atores, incluindo Estados nacionais, organizações internacionais, comunidades locais, associações civis e, em alguns casos, lideranças religiosas ou tribais.

No Oriente Médio, por exemplo, a disputa entre Israel e Palestina evidencia o papel central do Estado como ator hegemônico na apropriação e controle dos recursos hídricos. Israel exerce poder assimétrico sobre os aquíferos e rios da região, enquanto os palestinos e suas instituições locais enfrentam severas restrições de acesso, situação que tem demandado mediações de organizações multilaterais e agências da ONU.

Já no caso sudanês, o relatório da UNESCO (2024) mostra como a cooperação só foi possível por meio da atuação conjunta de autoridades locais, comunidades nômades e residentes fixos, apoiados por organizações parceiras do setor WASH. Aqui, os mecanismos de governança emergiram de processos participativos e comunitários, em que a criação de comissões conjuntas foi decisiva para garantir a manutenção de infraestrutura e a mediação de conflitos.

Na bacia do Rio Salween, a governança assume um caráter inovador por ser liderada por comunidades indígenas, em especial o povo Karen, que instituiu o Parque da Paz Salween. Diferentemente de modelos estatais de governança, esse arranjo demonstra como o protagonismo comunitário e a governança inclusiva, com participação horizontalizada, podem assegurar tanto a conservação dos ecossistemas quanto a prevenção de conflitos armados prolongados.

Por fim, no Iêmen, destaca-se o papel das associações comunitárias de mulheres, apoiadas pela FAO, como agentes centrais para transformar um foco histórico de conflito em um processo de negociação pacífica e de inovação tecnológica no uso da água. O protagonismo feminino foi fundamental não apenas para resolver disputas, mas também para instituir novas práticas de governança local mais inclusivas e sustentáveis.

Esses exemplos demonstram que, embora os contextos variem, desde disputas interestatais até iniciativas comunitárias de base, o sucesso da governança hídrica depende da capacidade de construir arranjos cooperativos, participativos e institucionalizados, envolvendo múltiplos níveis de atores.

Tabela 3. Governança da água em diferentes situações de conflitos

Ano	Caso	Países envolvidos	Atores principais	Metodologia de governança	Resultados alcançados
Pós-1967 (até hoje)	Conflito hídrico Israel-Palestina	Israel, Palestina, Jordânia, Síria, Líbano	Governos nacionais, Autoridade Palestina, Banco Mundial, ONU	Controle estatal e ocupação de recursos hídricos; acordos falhos (Plano Johnson); mediação internacional limitada	Assimetria de acesso, crise sanitária em Gaza, intensificação de conflitos

2021	Kadugli e Reif Shargi (Sudão)	Sudão	Autoridades locais, comunidades nômades e fixas, comissões WASH, ONGs internacionais	Acordos comunitários; criação de comissões conjuntas de manutenção e resolução de disputas	Redução de conflitos locais, melhoria no acesso à água
2018 - presente	Parque da Paz Salween	China, Mianmar, Tailândia	Povos indígenas Karen, organizações comunitárias, redes internacionais de conservação	Governança comunitária inclusiva; práticas tradicionais revitalizadas; gestão ambiental participativa	Conservação de ecossistemas, redução de pressões sobre conflitos, Prêmio Equator 2020
Décadas de 1980-2020	Dique de Malaka (Iêmen)	Iêmen	Associações comunitárias de mulheres (WUA Al Malaka), FAO, lideranças tribais	Criação de associação liderada por mulheres; negociação participativa; inovação tecnológica (sistema de tubulação)	Redução de conflitos, gestão sustentável da irrigação e pecuária

A análise comparativa dos casos apresentados evidencia que a governança da água enfrenta desafios que vão desde a assimetria de poder entre Estados até a fragilidade institucional em contextos locais. Embora diferentes atores (governos, comunidades indígenas, organizações internacionais e associações civis) tenham desenvolvido metodologias variadas de cooperação, os resultados alcançados demonstram que a efetividade da governança hídrica depende da capacidade de gerar confiança mútua, garantir inclusão social e estabelecer mecanismos sustentáveis de mediação de conflitos.

Entretanto, mesmo quando soluções inovadoras são implementadas, como no caso do Parque da Paz Salween ou da associação de mulheres no Iêmen, permanece o desafio estrutural da falta de informações confiáveis e integradas sobre os recursos hídricos, o que limita o planejamento de longo prazo. Assim, torna-se evidente que uma

governança eficaz requer, além de arranjos institucionais e participativos, uma base de dados sólidos e acessíveis que orientem decisões técnicas e políticas.

Uma governança eficaz e cooperação no setor hídrico são essenciais para a gestão conjunta dos recursos superficiais e subterrâneos transfronteiriços. Essa gestão, de acordo com a abordagem trazida pela UNESCO (2024), deve ser embasada em dados sólidos, especialmente diante dos crescentes desafios relacionados ao acesso, qualidade e gestão hídrica, bem como na adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

A base para decisões técnicas e de gestão eficazes é a disponibilidade de dados e informações precisos. Dados em tempo real são úteis para decisões operacionais e gestão de infraestruturas, enquanto dados de médio e longo prazo ajudam no planejamento estratégico. No entanto, ainda há uma falta significativa de dados históricos e atualizados sobre água superficial e subterrânea, umidade do solo e parâmetros hidro meteorológicos. Além disso, a variabilidade climática crescente torna os dados históricos menos confiáveis, desafiando o planejamento de infraestruturas hídricas (UNESCO, 2024, p. 11).

Agências governamentais frequentemente carecem de capacidade para coletar e gerar os dados necessários para enfrentar desafios econômicos e sociais relacionados à água. Muitos países de baixa renda, especialmente na África e Ásia, têm capacidade de monitoramento e relatórios fraca, e as regiões mais vulneráveis a desastres hidro meteorológicos são as mais carentes de dados. Regiões de alta altitude e estados frágeis são particularmente pouco monitorados e precisam urgentemente de avaliações hidrológicas (UNESCO, 2024, p. 11).

A ciência cidadã oferece uma oportunidade valiosa para coleta de dados e participação pública em projetos relacionados à água, além de benefícios ambientais, sociais, econômicos e políticos mais amplos. A transparência e o compartilhamento de dados são essenciais para uma gestão eficaz da água, mas o nível de compartilhamento pode variar, com dados podendo ser retidos ou manipulados, e há atrasos significativos entre a coleta e o compartilhamento de dados, o que pode afetar a tomada de decisões operacionais.

1.3.1. ODS 6: Água Potável e Saneamento

A água e o saneamento estão no cerne do desenvolvimento sustentável. Água potável segura e saneamento adequado e higiene são pilares da saúde e do bem-estar humanos, seus conceitos serão abordados em um momento subsequente desta pesquisa.

Além de ser necessária para fins domésticos, a água é indispensável para a produção de alimentos, energia e atividades industriais - usos altamente interligados e potencialmente conflitantes. Esses diversos usos geram águas residuais, que podem causar poluição se não forem devidamente gerenciadas.

A água também é necessária para garantir ecossistemas saudáveis, os quais, por sua vez, podem melhorar a quantidade e qualidade de água doce, assim como a resiliência geral a mudanças induzidas pelo ser humano e pelo meio ambiente. Os efeitos das mudanças climáticas frequentemente se refletem em mudanças na disponibilidade de água, por exemplo, no aumento da escassez de água em algumas regiões e inundações em outras.

Consequentemente, a água é um fator-chave na gestão dos riscos relacionados à fome, epidemias de doenças, migração, desigualdades dentro e entre países, instabilidade política e desastres naturais (PNUD, 2024b).

Os recursos hídricos são comumente desenvolvidos e gerenciados por diferentes partes dos governos e dentro de diferentes setores, muitas vezes com pouca coordenação entre eles e sem uma visão geral do estado do recurso. Inerentemente a essa abordagem setorial está o problema da coerência, em que políticas e tomadas de decisão em um setor poderiam contradizer ou duplicar políticas e tomadas de decisão em outro setor. Sobre essa abordagem, Berger relata (2021, p. 1293)

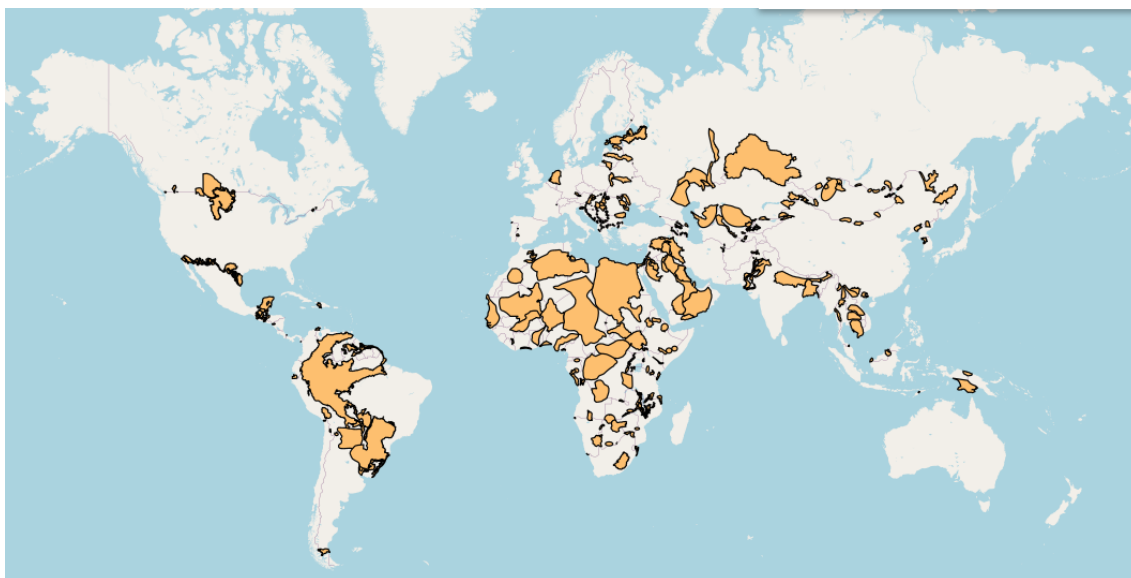
Em nível nacional ou regional, avaliar a Pegada Hídrica (PH) da produção agrícola, geração de energia e indústrias que consomem muita água pode orientar políticas e planejamento setoriais. Por exemplo, pode informar o planejamento do uso da terra, identificando áreas onde a produção está associada a altos impactos nos recursos de terra e água, ecossistemas e saúde humana. O projeto de pesquisa GRoW go-CAM (2020) utiliza cálculos da PH como informação adicional para uma Análise Multicritério de Decisão, a fim de apoiar a tomada de decisões sobre estratégias de gestão da água na região com escassez hídrica do Noroeste da Alemanha.

Além disso, os recursos hídricos estão naturalmente confinados a bacias hidrográficas, cuja escala, do ponto de vista físico e ecológico, é a mais apropriada para o gerenciamento. No entanto, os recursos hídricos são frequentemente gerenciados de acordo com unidades administrativas, que cortam comumente as bacias hidrográficas, resultando em uma maior fragmentação, especialmente no caso de bacias hidrográficas transfronteiriças.

De acordo com o relatório da UNESCO (2024, p. 7), rios, lagos e aquíferos transfronteiriços representam 60% dos fluxos de água doce do mundo. Mais de 310

bacias fluviais e aproximadamente 468 aquíferos são compartilhados entre dois ou mais países. Um total de 153 países compartilha rios, lagos e aquíferos. As águas transfronteiriças enfrentam pressões significativas e crescentes devido ao aumento populacional, maior demanda por água, degradação dos ecossistemas e mudanças climáticas. Sendo assim, a cooperação sobre rios, lagos e aquíferos transfronteiriços pode gerar múltiplos benefícios econômicos, sociais, ambientais e políticos, que, por sua vez, promovem prosperidade e paz em níveis local, nacional, regional e global.

Mapa 1. Aquíferos Transfronteiriços do mundo - mapa 2021.



Fonte: IGRAC/UNESCO

No contexto dessa promoção de paz e prosperidade, é essencial analisar o papel dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), também reconhecidos como Objetivos Globais, que foram estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2015, representando um apelo universal à ação para erradicar a pobreza, preservar o meio ambiente e promover a paz e a prosperidade para todas as pessoas até 2030.

Os 17 objetivos, interligados por natureza, reconhecem a interdependência entre diferentes áreas de atuação, destacando a necessidade de um desenvolvimento que equilibre as dimensões social, econômica e ambiental. (PNUD, 2024a)

A consecução dos ODS demanda a mobilização de recursos diversos, incluindo criatividade, conhecimento, tecnologia e recursos financeiros provenientes de todos os setores da sociedade, em uma abordagem colaborativa e abrangente para enfrentar os desafios globais. Esses aspectos são considerados no decorrer dos capítulos desta pesquisa em um arranjo que propõe o enfrentamento dos desafios relacionados ao Objetivo 6, que versa sobre Água Potável e Saneamento.

Nilsson et al. (2016) discutem como as interações entre os ODS podem ser tanto sinérgicas quanto conflitantes, dependendo de fatores como contexto geográfico, recursos disponíveis, horizonte temporal e governança. Eles enfatizam que a implementação dos ODS enfrenta desafios significativos, incluindo a fragmentação setorial, lacunas de governança e a necessidade de coordenação entre múltiplos atores. Sachs et al. (2019) destacam que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) representam um avanço significativo em relação aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, adotando uma perspectiva integrada e interdependente. Essa abordagem reconhece que a pobreza, a saúde, a educação e o meio ambiente estão estreitamente relacionados, sendo a água um elo central entre essas dimensões. A água conecta diretamente aspectos ambientais, sociais e econômicos, tornando sua gestão essencial para alcançar outros objetivos, como segurança alimentar, saúde e igualdade de gênero.

A interdependência entre os ODS significa que o progresso em uma área pode impulsionar avanços em outras. Por exemplo, o acesso a água potável e saneamento adequado (ODS 6) contribui diretamente para a melhoria da saúde (ODS 3), redução da pobreza (ODS 1) e promoção da igualdade de gênero (ODS 5). Além disso, práticas de gestão sustentável da água podem apoiar a segurança alimentar (ODS 2) e a educação de qualidade (ODS 4), criando um ciclo virtuoso de desenvolvimento sustentável.

No entanto, Sachs et al. (2019) também alertam para os desafios que surgem dessa interconexão. A busca por soluções para um ODS pode, em alguns casos, gerar impactos negativos em outros. Por exemplo, a construção de grandes barragens para geração de energia (ODS 7) pode afetar ecossistemas aquáticos e comunidades locais, impactando negativamente a biodiversidade (ODS 14) e a redução das desigualdades (ODS 10). Portanto, é crucial adotar uma abordagem integrada e sistêmica na implementação dos ODS, considerando as interações e potenciais trade-offs entre eles.

A água, nesse contexto, emerge não apenas como um recurso natural, mas como um elemento estratégico para o desenvolvimento sustentável. Sua gestão eficiente e equitativa é fundamental para garantir que os avanços em uma área não comprometam o progresso em outras. Além disso, a cooperação internacional na gestão de recursos hídricos transfronteiriços é essencial para promover a paz e a estabilidade, evitando conflitos e promovendo o desenvolvimento conjunto.

Para garantir a gestão sustentável da água e do saneamento para todos, é essencial analisar o ciclo da água como um todo, incluindo todos os usos e usuários. Os países precisam ir além do desenvolvimento setorial e do gerenciamento dos recursos

hídricos, em favor de uma abordagem mais integrada que possa equilibrar diferentes necessidades de maneira justa.

Le Blanc (2015) enfatiza que a eficácia dos ODS depende de políticas integradas e participação multissetorial, destacando a importância de um gerenciamento coerente da água, ecossistemas e saneamento. Fuso Nerini et al. (2019) reforçam que o monitoramento e a coleta de dados confiáveis são fundamentais para identificar lacunas, orientar políticas públicas e promover práticas sustentáveis de gestão hídrica.

Isso é exatamente o que o ODS 6 busca fazer: Expandir o foco dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) na água potável e no saneamento básico para incluir água, águas residuais e recursos ecossistêmicos, abrangendo todos os principais aspectos relacionados à água doce no contexto do desenvolvimento sustentável.

Reunir esses aspectos sob um único objetivo é um primeiro passo para abordar a fragmentação setorial e permitir um gerenciamento coerente e sustentável, tornando assim o ODS 6 um grande avanço em direção a um futuro sustentável para a água. (PNUD, 2024a). De acordo com o relatório da UNESCO (2024, p. 3),

Com exceção da água potável e do saneamento, as deficiências no monitoramento e na coleta de dados tornaram extremamente desafiador realizar análises abrangentes sobre a maioria dos seis indicadores das metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6.

O desafio de atingir a cobertura universal até 2030 é substancial, exigindo um aumento significativo nas taxas de progresso atuais. Além disso, a coleta inconsistente de dados sobre a qualidade ambiental da água em países de baixa e média-baixa renda coloca milhões de pessoas em risco. Embora haja indícios de melhoria na eficiência do uso da água, especialmente na agricultura, é necessário redobrar os esforços nesse sentido. A implementação da gestão integrada de recursos hídricos ainda apresenta lacunas significativas, evidenciando a complexidade dos desafios enfrentados na promoção da segurança hídrica global (UNESCO, 2024).

Segundo as metas estabelecidas pelo ODS 6, até 2030, é necessário alcançar o acesso universal e equitativo à água potável segura e acessível para todos (Meta 6.1), assim como garantir o acesso a saneamento adequado e higiene para todos, com especial atenção para as populações vulneráveis (Meta 6.2). Além disso, é fundamental melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição e aumentando o tratamento de águas residuais (Meta 6.3). Para enfrentar a escassez de água, é necessário aumentar a eficiência no uso da água em todos os setores (Meta 6.4) e implementar a gestão integrada dos recursos

hídricos (Meta 6.5), inclusive por meio da cooperação transfronteiriça (ONU, 2016, p. 27).

Essas metas refletem a complexidade e a interconexão dos desafios relacionados à água, que vão desde questões de acesso básico até preocupações com qualidade, eficiência e gestão sustentável. A implementação eficaz do ODS 6 é feita por meio da ação coordenada em níveis local, nacional e internacional, envolvendo governos, comunidades locais, setor privado e organizações da sociedade civil.

Por meio da expansão da cooperação internacional (Meta 6.a) e do fortalecimento da participação das comunidades locais (Meta 6.b), o ODS 6 busca promover práticas sustentáveis de gestão da água e do saneamento, garantindo, assim, o direito humano à água e ao saneamento e contribuindo para alcançar os objetivos mais amplos de desenvolvimento sustentável (ONU, 2016, p. 27-28).

Neste contexto, é fundamental reconhecer o papel crucial da implementação eficaz do ODS 6 na promoção da saúde, do bem-estar e da sustentabilidade ambiental em nível global. A abordagem integrada proposta pelo ODS 6 representa um passo significativo em direção a um futuro em que todos tenham acesso a água potável e saneamento adequado, contribuindo para um mundo mais justo, saudável e sustentável para as gerações presentes e futuras.

Assim, a implementação eficaz do ODS 6 não depende apenas de políticas públicas, acordos internacionais e infraestrutura adequada, mas também do uso de instrumentos metodológicos que possibilitem uma compreensão detalhada do consumo e da disponibilidade de água em diferentes setores e regiões. Ferramentas como a Pegada Hídrica permitem quantificar de maneira precisa o uso de recursos hídricos, identificar pontos críticos de consumo e avaliar impactos ambientais associados à produção de bens e serviços. Ao integrar dados sobre o uso direto e indireto da água em cadeias produtivas, a Pegada Hídrica oferece subsídios técnicos e estratégicos para a tomada de decisão, tornando-se um instrumento essencial para transformar os objetivos do ODS 6 em ações concretas, sustentáveis e equitativas.

2. PEGADA HÍDRICA E ODS 6: UMA METODOLOGIA ALÉM DOS INDICADORES TRADICIONAIS

A crescente escassez de recursos hídricos em escala global tem reforçado a necessidade de instrumentos que contribuam para uma gestão mais eficiente, equitativa e sustentável da água. Nesse contexto, a Pegada Hídrica (PH) emerge como uma metodologia relevante para mensuração, análise e orientação do uso da água, não apenas no consumo direto, mas em toda a cadeia produtiva. Como mencionado previamente neste trabalho, a Pegada Hídrica quantifica o volume total de água doce utilizada na produção de bens e serviços, dividindo-se em três componentes: PH azul, referente ao uso de águas superficiais e subterrâneas; PH verde, correspondente à água da chuva armazenada no solo e utilizada por vegetação; e PH cinza, que indica o volume necessário para diluir poluentes a níveis aceitáveis segundo normas de qualidade (Hoekstra et al., 2011).

O cálculo da Pegada Hídrica, conforme apresentado no Manual de Avaliação elaborado por Hoekstra et al. (2011), oferece subsídios concretos para a mensuração da apropriação de água doce pelas atividades humanas ao longo de um determinado período. Essa mensuração considera o ciclo hidrológico, partindo da avaliação da disponibilidade hídrica dentro de uma bacia, baseada no volume anual de precipitações.

A estrutura de cálculo tem como unidade básica a PH de cada etapa de um processo produtivo. A pegada hídrica de um produto é, portanto, a soma das pegadas das diferentes etapas de sua produção. Essa lógica se estende para a pegada do consumidor, que consiste na soma das PHs dos produtos que consome, e culmina na pegada hídrica global, resultado da soma de todos os processos mundiais. Ressalta-se a importância de evitar a dupla contagem: ao calcular a PH de um produto final, já estão incluídas as pegadas dos insumos intermediários utilizados ao longo da cadeia.

Tal abordagem da PH se mostra particularmente valiosa ao desenvolvimento de estratégias relacionadas ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) da Agenda 2030, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos. Ao permitir a identificação dos pontos críticos de uso e poluição hídrica ao longo dos processos produtivos, a metodologia fornece subsídios técnicos e estratégicos para enfrentar os desafios relacionados à escassez de água, à ineficiência no uso dos recursos hídricos e à contaminação dos corpos d'água (Carvalho e Berenguer, 2016).

Em termos de aplicabilidade às metas do ODS 6, a Pegada Hídrica se manifesta em diversas formas concretas, como a mensuração da PH cinza, por exemplo, que

oferece suporte à meta 6.3, voltada à melhoria da qualidade da água por meio da redução da poluição e aumento do tratamento e reuso de efluentes (ONU, 2024):

6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.

A PH azul, por sua vez, auxilia na concretização da meta 6.4 ao permitir o diagnóstico do uso consuntivo da água e o desenvolvimento de estratégias para o uso mais eficiente do recurso em setores como agricultura, indústria e abastecimento urbano (Souza Júnior e Vieira, 2012).

6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água (ONU, 2024)

Já a meta 6.5, que promove a gestão integrada dos recursos hídricos, é apoiada pela capacidade da metodologia de considerar os múltiplos usos da água e suas interações nos territórios onde é aplicada. Por fim, a meta 6.b, voltada à participação comunitária na gestão da água e saneamento, encontra na PH um instrumento educativo acessível, que facilita a conscientização e o engajamento social sobre a pegada hídrica associada ao consumo cotidiano (Giacomin e Ohnuma Jr., 2012).

Ao incorporar tanto a perspectiva direta quanto indireta do uso da água, a Pegada Hídrica ultrapassa a visão tradicional centrada apenas no consumo doméstico. Estudos apontam que a maior parte da pegada hídrica de um indivíduo decorre do consumo de bens e alimentos, não do uso doméstico direto (Seixas, 2017 *apud* Cerqueira, 2021), o que evidencia a importância de uma abordagem sistêmica e integrada para compreender os impactos reais do consumo sobre os recursos hídricos.

No entanto, a aplicação da metodologia da PH também apresenta desafios. A própria complexidade da cadeia produtiva, a escassez de dados locais precisos e a necessidade de considerar os níveis de estresse hídrico das bacias onde a água é captada são fatores que podem comprometer a acurácia das análises. Além disso, a PH, por ser uma métrica volumétrica, não necessariamente traduz o impacto ambiental real, uma vez que o mesmo volume de água pode gerar efeitos distintos dependendo da região e da capacidade de renovação do ecossistema.

Ainda assim, os benefícios superam as limitações. A simplicidade comunicacional da PH, sua capacidade de fomentar a educação ambiental e sua aplicabilidade tanto em escala local quanto global a qualificam como uma ferramenta estratégica para gestores públicos, setor privado e sociedade civil. Ao tornar visível a quantidade de água envolvida na produção e consumo, a metodologia permite a formulação de políticas públicas mais embasadas, a gestão mais eficiente dos recursos e o avanço no cumprimento das metas do ODS 6.

2.1. Bases Conceituais e Metodológicas da Pegada Hídrica

O conceito de Pegada Hídrica foi inspirado pela noção de “água virtual”, introduzida por Tony Allan na década de 1990, que descreve a água embutida em bens e serviços comercializados globalmente (Hoekstra, 2003). A Pegada Hídrica amplia essa abordagem ao integrar os aspectos de consumo de água direta e indireta, considerando tanto a dimensão quantitativa quanto os impactos ecológicos do uso da água em diferentes regiões do mundo. Além disso, o conceito está embasado na necessidade de compreender o impacto do consumo humano sobre os recursos naturais dentro dos limites planetários.

Segundo Allan (1998; 2001), a ideia de água virtual surgiu como resposta ao desafio da escassez hídrica em regiões áridas, em especial no Oriente Médio e Norte da África. Nesses contextos, a importação de alimentos funcionou como uma forma indireta de “importar água”, uma vez que a produção agrícola é a atividade que mais consome recursos hídricos. Assim, o comércio internacional tornou-se um mecanismo estratégico de compensação, permitindo que países com pouca disponibilidade de água mantivessem sua segurança alimentar sem depender exclusivamente de recursos internos.

A contribuição de Allan evidencia que a gestão da água não pode ser compreendida apenas em escala local ou nacional, mas deve considerar fluxos globais de comércio e interdependências entre países. Essa perspectiva reforça o caráter político e econômico da água virtual, destacando como a integração de mercados pode aliviar tensões em regiões sob forte pressão hídrica, embora também gere novas desigualdades e dependências estruturais.

A metodologia da Pegada Hídrica baseia-se na distinção entre três componentes interdependentes (água azul, verde e cinza) que, quando considerados em conjunto,

permitem quantificar não apenas o volume de água consumido, mas também os impactos qualitativos associados ao seu uso.

A água azul representa o volume de água doce retirado de rios, lagos e aquíferos para uso em irrigação, processos industriais e consumo doméstico. Este componente é fundamental em regiões onde os recursos hídricos estão sob estresse devido à alta demanda e à baixa taxa de reposição natural (Hoekstra, 2010).

A água verde refere-se à água da chuva armazenada no solo como umidade e utilizada por plantas em sistemas agrícolas de sequeiro. Este componente é especialmente relevante para avaliar a dependência de culturas agrícolas de regimes pluviais, particularmente em regiões áridas e semiáridas.

A água cinza, por sua vez, mede o volume de água necessário para diluir poluentes até níveis aceitáveis segundo padrões de qualidade da água. Este elemento destaca a relação entre a produção humana e a capacidade natural de assimilação de poluentes pelos sistemas hídricos (Hoekstra, 2017).

Assim, o caráter metodológico integrado dessas três dimensões possibilita uma análise abrangente do uso da água, captando tanto os fluxos de extração e evaporação quanto os impactos qualitativos decorrentes da poluição. Do ponto de vista conceitual, a tripartição da Pegada Hídrica permite compreender a água como recurso multifacetado, que circula entre dimensões naturais e sociais, evidenciando as interdependências entre produção, consumo e sustentabilidade ambiental.

Em termos metodológicos, a contabilização da PH pode ser feita tanto em nível de produto (produto agrícola, industrial ou energético), quanto em nível de consumidor individual, de organização ou de bacia hidrográfica. Cada abordagem exige uma base robusta de dados hidrológicos, meteorológicos, produtivos e ambientais, além de parâmetros de poluição e eficiência no uso da água. A metodologia também contempla séries temporais e análises espaciais, permitindo identificar os “hotspots” de uso ou contaminação hídrica ao longo das cadeias de produção (Berger et al., 2021).

Em termos metodológicos, a contabilização da PH pode ser feita tanto em nível de produto (produto agrícola, industrial ou energético), quanto em nível de consumidor individual, de organização ou de bacia hidrográfica. Cada abordagem exige uma base robusta de dados hidrológicos, meteorológicos, produtivos e ambientais, além de parâmetros de poluição e eficiência no uso da água. A metodologia também contempla séries temporais e análises espaciais, permitindo identificar os “hotspots” de uso ou contaminação hídrica ao longo das cadeias de produção (Berger et al., 2021).

Segundo Hoekstra et al. (2011), o processo metodológico pode ser dividido em quatro fases principais:

O primeiro passo metodológico consiste na definição do escopo e dos objetivos, etapa em que se estabelecem os limites da análise, como o setor produtivo, o tipo de produto ou a região geográfica a ser estudada. Também se determinam os indicadores a serem avaliados, seja a Pegada Hídrica total ou sua desagregação por componente.

Esse momento é crucial para evitar distorções, uma vez que diferentes escalas podem gerar conclusões distintas sobre a pressão hídrica. Por exemplo, análises da exportação de soja brasileira revelam não apenas os impactos locais em bacias hidrográficas do Cerrado, mas também os fluxos de “água virtual” exportados para países consumidores, evidenciando a interdependência entre produção agrícola nacional e segurança alimentar global (Hoekstra; Chapagain, 2008; Richardson; Wesseling, 2020).

A etapa seguinte corresponde à contabilidade da Pegada Hídrica, que envolve o cálculo dos volumes de água azul, verde e cinza associados aos processos produtivos. Em sistemas agrícolas, levam-se em conta variáveis como evapotranspiração, eficiência da irrigação e poluição decorrente do uso de fertilizantes. Esse cálculo demanda séries históricas confiáveis e dados espaciais detalhados, já que pequenas variações em fatores climáticos ou produtivos podem alterar significativamente os resultados. Além disso, a contabilidade permite identificar os pontos da cadeia produtiva que exercem maior pressão sobre os recursos hídricos.

Um exemplo notório é a produção de algodão na Ásia Central, particularmente no Uzbequistão, cuja elevada demanda por irrigação contribuiu para o colapso do Mar de Aral, ilustrando como escolhas produtivas desconsiderando limites hídricos podem desencadear crises ambientais de grande escala (Micklin, 2007; Hoekstra, 2017).

No terceiro momento ocorre a avaliação de sustentabilidade, em que os resultados da contabilidade são confrontados com limites ambientais, padrões de eficiência e critérios de equidade. Essa etapa não se restringe à mensuração técnica, mas também incorpora uma dimensão normativa, indicando se determinado uso da água pode ser considerado aceitável no contexto analisado. Trata-se, portanto, de uma fase essencial para revelar “hotspots” de insustentabilidade, nos quais o uso da água ultrapassa a capacidade de reposição natural ou compromete o acesso equitativo. O Oriente Médio é um exemplo paradigmático, onde a escassez hídrica estrutural, aliada a elevadas demandas agrícolas e urbanas, agrava tensões políticas e sociais,

transformando a gestão da água em fator de segurança regional (Allan, 2001; Selby, 2003).

Por fim, a metodologia prevê a formulação de respostas, momento em que os diagnósticos se convertem em propostas de ação para reduzir impactos e aprimorar a gestão hídrica. As estratégias podem incluir reformas em políticas públicas, adoção de tecnologias mais eficientes e incentivos ao consumo consciente. Trata-se de um estágio que conecta ciência e prática, traduzindo os resultados técnicos em medidas concretas e aplicáveis.

A União Europeia, por exemplo, tem investido em políticas de gestão integrada de bacias hidrográficas por meio da Diretiva-Quadro da Água, que busca equilibrar múltiplos usos e promover a sustentabilidade (EUROPEAN COMMISSION, 2000). Já Israel, por meio de investimentos em dessalinização e reuso de águas residuais, tornou-se um caso de referência internacional, ainda que continue enfrentando limitações relacionadas às mudanças climáticas e às desigualdades de acesso entre diferentes grupos populacionais (Tropp; Jafar, 2006; Bromberg, 2019). Além disso, a formulação de respostas abre espaço para processos participativos, em que governos, sociedade civil e setor privado colaboram na construção de soluções, fortalecendo a governança da água e ampliando as possibilidades de cooperação transfronteiriça.

Ao longo dos anos, ocorreu um amadurecimento do conceito de Pegada Hídrica, diversos especialistas e acadêmicos passaram a debater o tema e emergiu a necessidade de transformar o modelo em uma ferramenta metodológica mais robusta e aplicável a diferentes contextos socioambientais e institucionais. A simples mensuração do volume de água consumida ou poluída, embora relevante, mostrou-se insuficiente para orientar decisões estratégicas relacionadas à gestão sustentável da água. Era preciso avançar em direção a uma abordagem que não apenas quantificasse o uso da água, mas também estabelecesse critérios normativos e operacionais de sustentabilidade, eficiência e equidade.

Nesse cenário, a *Water Footprint Network*¹¹ passou a liderar a estruturação de um modelo sistemático de avaliação da Pegada Hídrica, consolidando uma metodologia padronizada que pudesse ser adotada por governos, empresas e instituições de pesquisa ao redor do mundo. Segundo Hoekstra (2017, p. 3065):

¹¹ Em 2008, Hoekstra, professor em gestão da água na Universidade de Twente desde 2005, juntamente com importantes atores globais do setor empresarial, da sociedade civil, de organizações multilaterais e da academia, fundou a Water Footprint Network com o objetivo de reunir algumas das mentes mais brilhantes comprometidas em demonstrar como a Avaliação da Pegada Hídrica pode nos ajudar a superar os desafios do uso insustentável da água. (Water Footprint Network, 2025)

Por volta de 2008, surgiu uma necessidade amplamente reconhecida de ir além do conceito inicial da Pegada Hídrica e desenvolver um método de avaliação mais elaborado, compreendendo que a simples quantificação das PHs gerava números interessantes, mas não respondia à pergunta "e daí?" nem às implicações políticas. O método completo de Avaliação da Pegada Hídrica (Water Footprint Assessment – WFA) foi desenvolvido em consulta com partes interessadas dos setores público e privado ao longo dos anos de 2008 a 2011, resultando no Padrão Global de Avaliação da Pegada Hídrica da Water Footprint Network (Hoekstra et al., 2011). O método inclui quatro etapas: definição do escopo da análise, contabilização, avaliação de sustentabilidade e formulação de respostas. A etapa de avaliação de sustentabilidade busca responder à questão do "e daí?", situando as PHs no contexto da sustentabilidade, eficiência e equidade, reconhecendo que os valores de PH, por si sós, dizem pouco se não forem comparados a níveis de referência. Nesse estágio, foram desenvolvidos novos conceitos, como a ideia de “PH máxima sustentável”, traduzida em “limites de PH” por bacia hidrográfica; a ideia de “valores de referência (benchmarks) de PH” para processos e produtos, com base na aplicação de tecnologias ou práticas consideradas boas ou ideais; a ideia de “permissões de PH azul e cinza” em substituição às permissões tradicionais de captação de água e lançamento de efluentes; a ideia de “quotas justas de PH” como ferramenta para discutir as PHs de comunidades; e os conceitos de “risco hídrico na cadeia de suprimentos”, no caso de empresas, e de “risco hídrico importado”, no caso de países (Hoekstra, 2013).

É importante, ainda, destacar que a PH, em seu contexto metodológico, contempla tanto os usos diretos da água (por exemplo, em residências e jardins) quanto os indiretos (decorrentes da produção de bens e serviços). Em sua literatura, Hoekstra aponta que a pegada hídrica indireta é significativamente maior que a direta, embora muitas vezes desconsiderada. Assim, o consumo doméstico representa apenas uma fração da PH total associada a um indivíduo, sendo a maior parte concentrada nos produtos consumidos.

No entanto, a consolidação desse método não ocorreu sem resistência. No início, a proposta de incluir o uso indireto da água nas análises de gestão hídrica gerou críticas entre pesquisadores que defendiam abordagens mais tradicionais, centradas apenas nos usuários diretos. Apesar disso, Hoekstra e seus colaboradores avançaram com a ideia, argumentando que considerar os fluxos de água virtual era essencial para revelar o real consumo hídrico das populações e suas implicações globais:

Houve ceticismo por parte de pesquisadores que não acreditavam fazer sentido analisar o uso indireto de água pelas pessoas, pois a gestão dos recursos hídricos estaria voltada para a alocação aos usuários diretos da água, e não aos “usuários indiretos”. Além disso, seria incorreto “culpar” os consumidores pelo uso indireto da água ou responsabilizá-los pelos impactos negativos desse uso em outros

países. No entanto, o conceito mostrou-se inovador, especialmente quando associado à ideia de Água Virtual (Virtual Water Trade – VWT) de Allan (2001), que sugeriu que a importação de água virtual era um mecanismo que contribuía para resolver a escassez hídrica no Oriente Médio. Em 2002, quantificamos, pela primeira vez, os fluxos globais de água virtual relacionados ao comércio internacional de culturas agrícolas (Hoekstra e Hung, 2002). Ao somar a “importação líquida de água virtual” de um país ao uso de água interno, conforme apresentado nas estatísticas nacionais tradicionais, fomos capazes de revelar o “uso real” de água pelas populações de um país.

Ainda assim, a literatura aponta limitações importantes. Berger et al. (2021) e o relatório do programa GRoW (2019) destacam que os resultados da PH, ao serem essencialmente volumétricos, não captam a dimensão local da escassez, ou seja, não é equivalente retirar 1 m³ em região úmida ou em bacia sob forte estresse hídrico. Isso motivou a integração da PH com abordagens de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), como a ISO 14046, que incorporam fatores de impacto ambiental, social e de saúde, reforçando a necessidade de traduzir o indicador em informações de sustentabilidade mais contextualizadas (Berger et al., 2021).

Outro ponto de debate diz respeito ao papel da água verde e da água cinza. Enquanto Hoekstra (2017) enfatiza a importância de integrar todas as dimensões, críticos como Antonelli e Sartori (2015) questionam a comparabilidade e a relevância prática desses componentes, argumentando que a inclusão da água verde pode inflar artificialmente os resultados sem traduzir impactos reais sobre disponibilidade hídrica. Por sua vez, autores como Pfister e Bayer (2014) defendem que a dimensão cinza é metodologicamente instável, já que depende de padrões locais de qualidade da água e limites regulatórios variáveis.

Em termos de políticas públicas, alerta-se também para o risco de interpretações simplistas do comércio de “água virtual”. Como observam Antonelli e Tamea (2015), propor que países simplesmente transfiram sua produção para regiões mais “abundantes em água” pode gerar consequências socioeconômicas regressivas, especialmente em economias em desenvolvimento. A recomendação, nesse sentido, é utilizar a PH como ferramenta de triagem para identificar hotspots e, a partir disso, articular estratégias mais robustas de governança da água em diálogo com múltiplos ODS, como segurança alimentar (ODS 2), energia limpa (ODS 7) e produção responsável (ODS 12).

Por fim, Brombal et al. (2018) argumentam que a PH não deve ser entendida como um instrumento isolado de atribuição de responsabilidade ao consumidor, mas como indicador de demanda que, quando integrado a métricas de escassez, qualidade e riscos, fortalece o planejamento territorial, as estratégias corporativas de *stewardship* e

as políticas de comércio internacional sensíveis à água. Essa visão amplia a contribuição da PH para os ODS, ao mesmo tempo em que evita deslocar pressões ambientais entre regiões, reforçando a necessidade de análises multi-escala e integradas.

A consolidação da Pegada Hídrica como ferramenta metodológica ganha ainda mais relevância ao considerar que sua abordagem ultrapassa as métricas convencionais centradas apenas nos volumes de água captados e consumidos localmente. Ao incluir os usos diretos e indiretos da água nos processos produtivos, a PH propõe uma visão sistêmica e interconectada dos fluxos hídricos, revelando o papel oculto, porém substancial, do consumo na pressão global sobre os recursos hídricos. Como salientado por Hoekstra et al. (2011), a maior parte da pegada hídrica de um indivíduo está associada não à água que ele utiliza em casa, mas àquela embutida nos produtos que consome, cuja produção frequentemente ocorre em outras regiões ou países.

Essa ampliação do escopo analítico, entretanto, enfrentou resistência no meio acadêmico e técnico. Inicialmente, houve ceticismo quanto à inclusão do uso indireto da água nos modelos de gestão hídrica, sob o argumento de que a alocação de recursos deveria restringir-se aos usuários diretos. Molden (2007) e Garrido et al. (2012) relatam que, tradicionalmente, o planejamento hídrico concentra-se em volumes de água retirados de rios e aquíferos por setores produtivos, sem considerar o “consumo virtual” incorporado em produtos e serviços.

Por outro lado, Hoekstra e Mekonnen (2012) defenderam a incorporação da Pegada Hídrica como instrumento complementar, argumentando que a compreensão dos fluxos indiretos é essencial para uma gestão hídrica sustentável, especialmente em bacias sobreexploradas ou em contextos de escassez crítica. Nilsson et al. (2016) também destacam que a consideração dos impactos indiretos permite identificar trade-offs entre setores, evitando decisões isoladas que possam comprometer a disponibilidade de água para outros usos ou para a preservação de ecossistemas.

No entanto, ao introduzir o conceito de água virtual, desenvolvido por Allan (2001), e integrá-lo à lógica da pegada hídrica, Hoekstra e Hung (2002) demonstraram que a análise do comércio internacional de produtos agrícolas revela fluxos significativos de água virtual entre países, o que afeta diretamente a segurança hídrica global.

A proposta de somar a importação líquida de água virtual de um país ao seu uso interno permitiu, pela primeira vez, mensurar o uso real de água por populações nacionais. Isso representou um marco metodológico, pois evidenciou que a escassez hídrica ou a degradação ambiental em determinadas regiões pode estar associada ao

padrão de consumo em países importadores de bens intensivos em água. Assim, a Pegada Hídrica não apenas refina os diagnósticos sobre a gestão da água, mas também reposiciona as responsabilidades e os compromissos no debate sobre sustentabilidade, trazendo para o centro da discussão a corresponsabilidade dos consumidores e a urgência de uma governança hídrica que considere as cadeias globais de produção e consumo.

Nesse sentido, a PH não apenas dialoga com os princípios da eficiência e sustentabilidade propostos nas metas do ODS 6, mas os amplia, ao propor uma perspectiva transnacional e multidimensional da gestão da água. Ao tornar visíveis os fluxos invisíveis do uso hídrico global, a metodologia contribui para decisões mais informadas e coerentes com a complexidade das relações socioambientais contemporâneas.

A proposta de somar a importação líquida de água virtual de um país ao seu uso interno permitiu, pela primeira vez, mensurar o uso real de água por populações nacionais, marcando um avanço metodológico significativo. Esse enfoque evidencia que a escassez hídrica ou a degradação ambiental em determinadas regiões podem estar associadas ao padrão de consumo em países importadores de bens intensivos em água. No entanto, alguns autores criticam essa abordagem por argumentarem que ela simplifica relações complexas entre produção, comércio e responsabilidade ambiental. Por exemplo, Allen et al. (2018) apontam que a água virtual incorporada em produtos pode variar significativamente em função das tecnologias empregadas e das condições locais de uso da água, questionando se os cálculos globais realmente refletem a escassez real. Outros, como Rulli et al. (2016), argumentam que a ênfase na água virtual pode deslocar a responsabilidade dos governos e empresas locais, dando maior protagonismo aos consumidores finais de países importadores, sem necessariamente melhorar a governança hídrica local.

Apesar dessas críticas, a Pegada Hídrica oferece uma ferramenta única para tornar visíveis os fluxos invisíveis do uso hídrico global e para repensar responsabilidades compartilhadas entre produtores, consumidores e gestores de recursos. Ao integrar essas dimensões, a metodologia dialoga com os princípios da eficiência e sustentabilidade propostos nas metas do ODS 6, ampliando-os ao propor uma perspectiva transnacional e multidimensional da gestão da água. Ao mesmo tempo, reconhecer as limitações apontadas pelos críticos fortalece o debate científico e evidencia a necessidade de combinar a Pegada Hídrica com análises locais, políticas de

gestão integrada de recursos hídricos e estratégias participativas, consolidando um olhar mais equilibrado e efetivo sobre a sustentabilidade hídrica global.

2.2. Integração da Pegada Hídrica com o ODS 6

A Pegada Hídrica é um indicador essencial na avaliação dos impactos do consumo humano sobre os recursos hídricos globais. Sua integração com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) reflete sua importância para a formulação de políticas públicas e estratégias empresariais que visam a gestão responsável da água.

O ODS 6, que trata especificamente da água potável e saneamento, é o mais diretamente relacionado à Pegada Hídrica, mas a interconectividade do uso da água com outras questões ambientais, sociais e econômicas também vincula esse conceito diretamente aos ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) (ONU, 2022).

O Relatório de Desenvolvimento Sustentável 2019, coordenado por Sachs et al. (2019), destaca que a implementação dos ODS requer transformações profundas em áreas como governança, consumo sustentável e gestão de recursos naturais. Essas transformações são essenciais para atingir as metas estabelecidas, especialmente em um cenário de crescente escassez hídrica e degradação ambiental.

Além disso, a discussão sobre o Sul Global é central nesse contexto. Países em desenvolvimento enfrentam desafios específicos relacionados ao acesso à água e saneamento, exacerbados por fatores como mudanças climáticas, crescimento populacional e desigualdades socioeconômicas. Estudos indicam que, embora esses países contribuam significativamente para a produção de bens consumidos globalmente, suas populações frequentemente carecem de acesso adequado a serviços básicos de água e saneamento (Araújo, 2019).

No contexto brasileiro, o Relatório Luz da Sociedade Civil da Agenda 2030 (2024) evidencia que o país apresenta retrocessos em diversos indicadores do ODS 6, como o acesso universal à água potável e o tratamento de esgoto, o que demonstra a urgência de ferramentas como a Pegada Hídrica para monitorar e planejar a gestão hídrica de forma integrada.

Figura 1. Classificação das Metas do ODS 6 no Brasil



Fonte: Relatório Luz da Sociedade Civil (2024)

O Relatório Luz da Sociedade Civil da Agenda 2030 (2024) evidencia que o Brasil apresenta retrocessos significativos em diversas metas do ODS 6, refletindo tanto desigualdades regionais quanto sociais. As metas 6.1, 6.2 e 6.3 mostram estagnação, com indicadores que vinham em declínio. Embora 84,9% dos domicílios tenham a rede geral de abastecimento de água como principal fonte, cerca de 21 milhões de crianças e adolescentes ainda não possuem acesso adequado, com maior impacto sobre populações negras e indígenas. A distribuição regional é desigual, sendo o Norte a região com menor cobertura (64,2%) e o Sul a mais atendida (91,6%).

O acesso ao saneamento básico também permanece insuficiente, com 75,7% dos domicílios conectados à rede geral ou a fossas sépticas ligadas à rede e 86% dos domicílios com coleta de lixo adequada. Entretanto, uma em cada quatro pessoas ainda não usufrui de esgotamento sanitário correto, revelando persistentes desigualdades étnicas, raciais e etárias. Quanto à qualidade ambiental da água, apenas 52,2% do esgoto gerado em 2022 foi tratado, com disparidades regionais marcantes: 19,8% no Norte e 61,6% no Sudeste. O Índice de Qualidade das Águas (IQA) indica condições precárias em diversas regiões, enquanto na Amazônia a ausência de medições oficiais impede

avaliação confiável, sendo evidente o impacto de queimadas e contaminação por mercúrio.

As metas 6.4 e 6.5 também enfrentam retrocessos. As perdas na distribuição de água somaram 37,8% em 2022, embora haja ligeira redução em relação a 2021. O aumento da demanda hídrica urbana, industrial e agrícola, estimado em 30% até 2040, intensifica o estresse hídrico, especialmente diante das mudanças climáticas que alteram padrões de precipitação e níveis de reservatórios. A meta 6.6, relacionada à proteção e restauração de ecossistemas aquáticos, permanece ameaçada devido à falta de avanços legislativos e à fragilização de áreas de proteção permanente e processos de licenciamento ambiental.

No que se refere à cooperação internacional (meta 6.a) e à participação comunitária (meta 6.b), o país apresenta retrocessos claros, com investimentos aquém das necessidades e ausência de dados oficiais sobre participação local, especialmente em territórios rurais e isolados. O Relatório Luz indica que, para alcançar a universalização dos serviços de água e saneamento até 2033, seriam necessários investimentos anuais de aproximadamente R\$ 31,5 bilhões, valor superior à média histórica aplicada, o que evidencia o desafio fiscal e institucional para a implementação efetiva das metas do ODS 6 (Relatório Luz, 2024).

Em síntese, o Brasil enfrenta uma combinação de desafios estruturais, desigualdades sociais e regionais, déficits de investimento e impactos ambientais, que comprometem o avanço das metas do ODS 6, reforçando a necessidade de instrumentos de gestão integrada e políticas públicas que promovam equidade, eficiência e sustentabilidade na gestão da água e do saneamento.

A gestão integrada dos recursos hídricos, componente central para a consecução do ODS 6, ainda se mostra fragmentada no Brasil. A ausência de articulação eficiente entre diferentes níveis de governo e setores da sociedade compromete a implementação de estratégias sustentáveis, limitando o potencial de conservação dos recursos e o atendimento às demandas populacionais. Nesse contexto, instrumentos como a metodologia da Pegada Hídrica assumem papel estratégico, pois permitem mensurar o uso direto e indireto da água, identificar áreas críticas e subsidiar políticas públicas com maior precisão, promovendo uma abordagem equitativa e sustentável na gestão dos recursos hídricos (R

Diante desse cenário, torna-se evidente que a realização plena das metas do ODS 6 requer esforços articulados e integrados entre governos, sociedade civil e setor privado. A ampliação do acesso à água potável e ao saneamento básico, aliada à

implementação de práticas de gestão hídrica baseadas em evidências, é essencial para assegurar saúde, bem-estar e sustentabilidade ambiental, promovendo condições adequadas para as gerações presentes e futuras.

A interdependência entre a Pegada Hídrica e os ODS demonstra que a gestão sustentável dos recursos hídricos não pode ser abordada isoladamente, mas deve ser integrada em políticas amplas que considerem fatores econômicos, ecológicos e sociais. Estudos indicam que a adoção de tecnologias avançadas, como sensores inteligentes para monitoramento da umidade do solo e sistemas de irrigação de precisão, pode otimizar significativamente a utilização de recursos hídricos na agricultura, setor que representa a maior parcela do consumo global de água doce (FAO, 2021).

A Pegada Hídrica tem um papel fundamental no monitoramento e gestão da água para atender aos objetivos do ODS 6. De acordo com o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (UNESCO, 2023), cerca de 2,2 bilhões de pessoas no mundo ainda não têm acesso à água potável segura. A Pegada Hídrica permite identificar os maiores consumidores de água e as regiões com maior estresse hídrico, contribuindo para a formulação de políticas de conservação e uso eficiente do recurso.

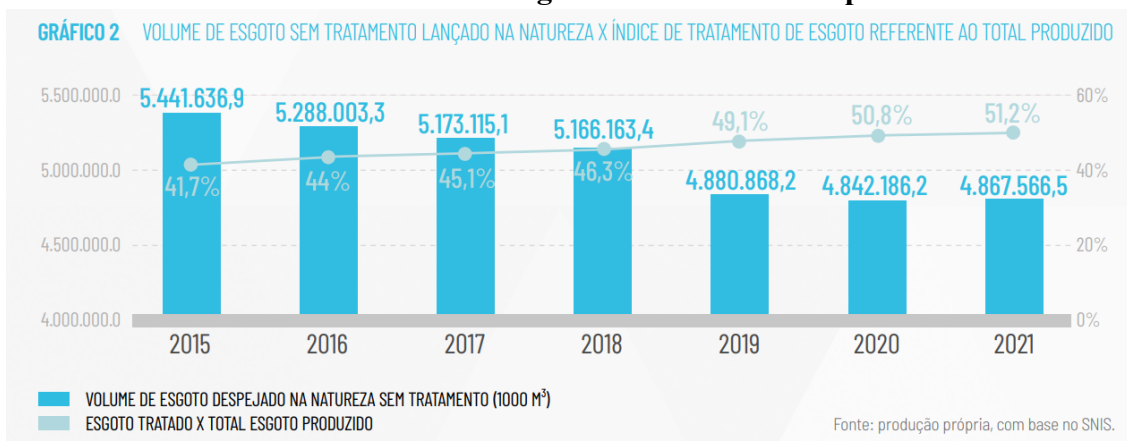
Além disso, a ONU (2022) destaca que a poluição da água e a degradação dos ecossistemas aquáticos têm impactado significativamente a qualidade dos recursos hídricos. A Pegada Hídrica Cinza, que mede a quantidade de água necessária para diluir poluentes até níveis aceitáveis, é uma ferramenta essencial para quantificar e mitigar esses impactos. A adoção de políticas rigorosas para reduzir a poluição industrial e agrícola pode minimizar o impacto da Pegada Hídrica Cinza, promovendo um uso mais sustentável da água em diversas indústrias.

Outro fator crítico relacionado ao ODS 6 é a gestão dos recursos hídricos em áreas urbanas. O crescimento populacional acelerado e a urbanização desordenada têm aumentado a pressão sobre os sistemas de abastecimento de água, levando a perdas significativas ao longo da distribuição. Relatórios indicam que até 40% da água potável tratada é perdida devido a vazamentos e infraestruturas inadequadas (ONU, 2023). Nesse contexto, a implementação de tecnologias de reuso de água e a modernização das redes de distribuição são estratégias essenciais para reduzir a Pegada Hídrica nas cidades. Segundo o Relatório Luz (2023, p. 46):

A meta 6.2 também segue em retrocesso. Apenas 55,8% da população tem acesso à rede pública de esgotamento sanitário (em 2020 eram 55%). Apesar do índice de tratamento de esgoto ter avançado de

50,8% em 2020 para 51,2% em 2021, o volume de efluentes lançados na natureza sem tratamento também aumentou, passando de 4.84 milhões de m³ em 2020 para 4.86 milhões de m³ em 2021 (gráfico 2). A falta de saneamento básico afeta mais duramente 21,2 milhões de crianças e adolescentes que convivem com esgoto a céu aberto e problemas de saúde relacionados, o que agrava os efeitos da pobreza menstrual entre as meninas. Do total sem saneamento, 47% são pessoas negras ou indígenas, quase o dobro das brancas e amarelas (29,7%), o que é uma das evidências do racismo ambiental existente no Brasil.

Figura 2. Gráfico do volume de esgoto sem tratamento lançado na natureza x índice de tratamento de esgoto referente ao total produzido



Fonte: Relatório Luz da Sociedade Civil (2023)

O aprimoramento da Pegada Hídrica, aliado a tecnologias emergentes, tem permitido uma análise mais precisa das demandas hídricas e de seus impactos ambientais. O uso de modelagens computacionais avançadas, inteligência artificial e sensoriamento remoto tem facilitado a coleta e análise de dados sobre o consumo de água em larga escala, permitindo que governos e organizações adotem medidas eficazes para mitigar desperdícios e reduzir a poluição hídrica (UNESCO, 2023). Embora a Pegada Hídrica não seja um indicador oficial do ODS 6, sua aplicação em políticas públicas e estudos de gestão hídrica tem permitido uma análise mais detalhada das demandas e impactos da água, contribuindo indiretamente para o monitoramento e avanço das metas relacionadas à água potável e ao saneamento.

A Pegada Hídrica tem sido particularmente útil na avaliação dos impactos ambientais da agricultura, setor que responde por aproximadamente 70% do uso global da água doce (FAO, 2021). O desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficientes, como o uso de irrigação por gotejamento e cultivo de variedades agrícolas com menor necessidade hídrica, tem sido impulsionado pelo conhecimento gerado a partir da Pegada Hídrica (Hoekstra, 2017). Estudos indicam que a implementação dessas

estratégias pode reduzir significativamente o consumo de água na agricultura, contribuindo para a segurança hídrica global e para a resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas (IPCC, 2021).

Outro avanço significativo proporcionado pela Pegada Hídrica está na identificação de *hotspots* hídricos, ou seja, regiões onde o uso da água excede a capacidade de reposição natural. Isso tem permitido que governos e empresas adotem políticas de mitigação direcionadas, promovendo o reuso de água, a eficiência hídrica na indústria e a implementação de tecnologias para reduzir a poluição dos corpos hídricos (Berger et al., 2021). A análise da Pegada Hídrica Cinza, que mede o volume de água necessário para diluir poluentes a níveis aceitáveis, tem sido uma ferramenta essencial na formulação de estratégias para a recuperação de ecossistemas aquáticos degradados (UNEP, 2022).

Além das aplicações na gestão hídrica e no setor produtivo, a Pegada Hídrica tem sido incorporada a iniciativas globais de cooperação internacional para a governança da água. Organizações multilaterais e programas como o Pacto Global da ONU e a Iniciativa de Sustentabilidade da Água têm utilizado a Pegada Hídrica como referência para promover uma distribuição mais equitativa da água e incentivar a adoção de práticas hídricas mais responsáveis (ONU, 2023). A adoção de políticas baseadas na Pegada Hídrica tem sido particularmente relevante em regiões transfronteiriças, onde a gestão compartilhada dos recursos hídricos exige um monitoramento detalhado dos fluxos de água entre diferentes nações.

Os esforços para aprimorar a Pegada Hídrica também têm implicações na conscientização pública e no engajamento de consumidores na adoção de hábitos mais sustentáveis. Programas educativos e certificações ambientais baseadas na Pegada Hídrica têm incentivado consumidores a optarem por produtos com menor impacto hídrico, impulsionando mudanças nos padrões de consumo e estimulando a adoção de práticas mais responsáveis por parte das empresas (Ino Cotton GROW, 2020).

O avanço contínuo da Pegada Hídrica como ferramenta de avaliação e gestão hídrica reforça sua importância para a concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 6. A crescente incorporação desse conceito em diferentes esferas da sociedade demonstra que a Pegada Hídrica não é apenas um indicador ambiental, mas um instrumento estratégico para garantir a segurança hídrica global e promover o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e conservação dos recursos naturais. Para que esses avanços sejam sustentáveis e eficazes a longo prazo, é fundamental continuar investindo em tecnologias de monitoramento, integração de

dados e políticas públicas baseadas em evidências que promovam o uso responsável e equitativo da água em nível global.

2.3. Aplicação da Pegada Hídrica e os Indicadores do ODS 6

A aplicação prática da Pegada Hídrica (PH) tem se expandido para múltiplas esferas, incluindo a formulação de políticas públicas, o planejamento agrícola, a governança corporativa, a gestão de bacias hidrográficas e a educação ambiental. Sua capacidade de quantificar o uso da água em termos diretos e indiretos, ao longo de cadeias produtivas, torna-a uma ferramenta versátil e eficaz para abordar a sustentabilidade hídrica em diferentes escalas.

No campo das políticas públicas, a Pegada Hídrica tem servido como base para estratégias de gestão integrada de recursos hídricos, especialmente em países com escassez de água ou pressões intensas sobre suas bacias hidrográficas. Berger et al. (2021) destacam que alguns países europeus incorporaram a PH como instrumento de suporte à tomada de decisão em planos de bacia, permitindo uma visualização espacial do consumo de água por setor e produto. Essa abordagem favorece a definição de “limites de sustentabilidade hídrica” (“caps”) em regiões com déficit ou excesso de exploração do recurso (BERGER et al., 2021, p. 4).

No Brasil, apesar da aplicação ainda ser incipiente, estudos acadêmicos e técnicos vêm orientando práticas públicas e privadas. A pesquisa de Sabiá et al. (2019) sobre a Pegada Hídrica associada à exportação agrícola do Nordeste brasileiro aponta que estados semiáridos como o Ceará exportam volumes expressivos de água virtual em produtos como frutas e grãos, comprometendo os estoques hídricos regionais. Segundo os autores, “o volume de água doce exportado indiretamente em produtos é superior à recarga natural de algumas bacias hidrográficas da região” (SABIÁ et al., 2019, p. 3), o que evidencia a necessidade de integrar a PH nas políticas de planejamento territorial e agrícola. De acordo com o Relatório Luz da Sociedade Civil (2024, p. 47):

Segundo a ANA, a gestão integrada de recursos hídricos atingiu 63,1% dos estados e a proporção de bacias hidrográficas transfronteiriças protegidas por algum acordo operacional para cooperação hídrica chegou a 61,8%. No entanto, esses dados contradizem a tendência de perda de superfície de água mencionada anteriormente: quase três em cada quatro sub-bacias hidrográficas (71%) perderam superfície de água nas últimas três décadas. E mesmo com o aumento geral da superfície de água em 2022, um terço (33%) delas ficaram abaixo da média histórica de 2021, evidenciando a ausência de uma gestão integrada com o manejo e uso do solo urbano e rural. Sobre tratados internacionais, o relatório Conjuntura de

Recursos Hídricos 2022 apresenta apenas dois exemplos, um sobre parte da Bacia Amazônica e outro na Bacia do Rio Paraguai, ainda em fase de articulação.

No setor agropecuário, maior consumidor de água doce globalmente, a Pegada Hídrica tem sido utilizada para identificar oportunidades de redução de consumo hídrico e de poluição difusa. A aplicação da metodologia permite avaliar diferentes práticas de manejo, tipos de cultivo e condições edafoclimáticas, orientando escolhas mais eficientes e sustentáveis. Segundo Hoekstra (2017), o uso da PH na agricultura possibilita não apenas a mensuração de volumes, mas também a comparação entre sistemas de produção. “Ao avaliar a Pegada Hídrica de culturas distintas em locais distintos, é possível tomar decisões que conciliem produtividade e conservação hídrica” (Hoekstra, 2017, p. 3065).

No setor industrial, especialmente nas cadeias agroalimentares, têxtil, de bebidas e energética, a PH vem sendo incorporada em processos de gestão ambiental e em relatórios de sustentabilidade corporativa. Muitas empresas multinacionais têm adotado a avaliação da PH como critério para seleção de fornecedores, localização de fábricas e monitoramento de riscos operacionais. Berger et al. (2021) destacam o caso de empresas do setor alimentício que, ao identificar uma Pegada Hídrica excessiva em determinadas regiões, realocaram parte da produção para áreas com maior disponibilidade hídrica ou adotaram tecnologias de reuso e tratamento de efluentes.

Além disso, a Pegada Hídrica tem sido incorporada em projetos de educação ambiental, campanhas de consumo consciente e mobilização comunitária, atuando como um instrumento de sensibilização pública. Ao evidenciar o consumo de água embutido em bens de consumo cotidianos, como carne bovina, roupas ou produtos industrializados, a PH estimula a reflexão sobre o impacto ambiental do padrão de consumo. Como ressalta Hoekstra (2017), “a Pegada Hídrica individual pode se tornar um ponto de partida poderoso para mudanças de comportamento” (p. 3066).

Também há aplicações emergentes em iniciativas comunitárias e projetos locais voltados à justiça hídrica. Em regiões marcadas por escassez e conflitos pelo uso da água, como no semiárido brasileiro, a metodologia da Pegada Hídrica tem se mostrado promissora ao revelar desigualdades no acesso ao recurso e apoiar processos participativos de gestão. Estudos como o de Aleixo et al. (2023) demonstram que, ao ser aplicada em escala local, a Pegada Hídrica pode orientar políticas públicas voltadas à equidade e à adaptação climática, fortalecendo ações de base territorial em consonância com os desafios globais da Agenda 2030.

Esse tipo de aplicação territorializada revela uma limitação dos atuais indicadores definidos pelo ODS 6, os quais, embora fundamentais para monitorar o progresso rumo à meta de “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” (ONU, 2022), tendem a se apresentar de forma agregada por país ou região. Os dados oficiais abrangem dimensões como acesso à água potável, saneamento, qualidade da água, eficiência do uso, gestão integrada e proteção de ecossistemas aquáticos (UNESCO, 2023), mas nem sempre capturam as particularidades locais ou as desigualdades internas, comprometendo a precisão diagnóstica e a efetividade das intervenções.

Ao comparar esses indicadores com a metodologia desenvolvida por Hoekstra, observa-se um descompasso analítico que merece atenção. Enquanto os indicadores do ODS 6 oferecem um panorama geral e padronizado para fins de comparação internacional, a Pegada Hídrica fornece uma leitura mais refinada e contextualizada, ao incorporar variáveis hidrológicas, setoriais e temporais, além de considerar os fluxos de água virtual oriundos do comércio internacional. Essa abordagem permite identificar não apenas o volume de água utilizado, mas também a origem, o destino e os impactos socioambientais associados ao consumo, ampliando significativamente a compreensão do ciclo hidrossocial (Hoekstra, 2017).

Outro diferencial da Pegada Hídrica reside na sua capacidade de quantificar a poluição hídrica por meio da Pegada Cinza, convertendo cargas poluentes em volumes de água necessários para sua diluição até níveis aceitáveis. Tal métrica não apenas complementa os indicadores qualitativos do ODS 6 sobre qualidade da água, como também permite estabelecer uma relação direta entre qualidade e disponibilidade hídrica, algo ainda pouco explorado pelas metodologias tradicionais. Ao considerar parâmetros como a capacidade de suporte de uma bacia hidrográfica e os limites máximos sustentáveis de uso (Hoekstra, 2013), a Pegada Hídrica viabiliza avaliações integradas de pressão, risco e resiliência, fundamentais para a tomada de decisão em contextos de escassez.

Portanto, argumenta-se que a Pegada Hídrica não apenas complementa os indicadores existentes, mas possui potencial para preencher lacunas importantes no monitoramento do ODS 6, especialmente no que diz respeito à complexidade dos sistemas hídricos e às interdependências entre consumo, poluição, justiça ambiental e governança multiescalar. Sua adoção como ferramenta oficial de monitoramento ou como apoio técnico a planejamentos territoriais pode contribuir para a elaboração de

políticas públicas mais eficazes, sensíveis às desigualdades e adaptadas às especificidades locais.

Tabela 4. Perspectivas de integração da PH aos indicadores do ODS 6

Indicador/Meta ODS 6	Descrição	Limitações dos Indicadores Oficiais	Critérios/Abordagem da Pegada Hídrica	Ampliação/Contribuição da PH
6.1.1. Acesso à água potável	Percentual da população com acesso a água potável segura	Foco no acesso direto, sem considerar consumo indireto ou virtual	Volume total de água consumida (azul, verde, cinza)	Permite incluir consumo indireto e origem da água; visibiliza impactos ambientais do consumo
6.2.1. Acesso a saneamento	Percentual da população com acesso a saneamento adequado	Cobertura limitada a redes públicas, não considera qualidade ambiental ou desigualdades socioeconômicas	Pegada cinza: quantifica água necessária para diluição de poluentes	Complementa avaliação do impacto ambiental do esgoto e poluição; permite análise por grupos socioeconômicos e regionais
6.3.1. Qualidade da água e tratamento de esgoto	Percentual de esgoto tratado; qualidade dos corpos hídricos	Medições locais, dados defasados e regionais, não consideram uso indireto	PH cinza + análise de poluição por setor e região	Permite avaliação integrada da poluição, considerando toda a cadeia de produção e consumo
6.4.1. Eficiência do uso da água	Volume de água retirado versus produção/uso	Avaliação agregada, sem distinção entre setores ou fontes	Água azul, verde e cinza; análise por setor, origem e destino	Identifica setores e regiões com maior consumo; integra uso direto e indireto
6.5.1. Gestão integrada de recursos hídricos	Implementação de planos de gestão e cooperação transfronteiriça	Dificuldade de monitoramento da eficiência e impactos indiretos	PH com análise de fluxos virtuais e importação/exportação de água	Apoia decisões transnacionais, identificando corresponsabilidades e riscos hídricos globais

6.a. Cooperação internacional	Suporte a países em desenvolvimento	Indicadores quantitativos limitados, pouco detalhamento sobre transferência de conhecimento ou tecnologias	PH aplicada a cadeias globais de produção	Facilita o monitoramento da água “embutida” em produtos exportados/importados; subsidia políticas de cooperação
6.b. Participação comunitária	Engajamento de comunidades locais na gestão da água	Dados geralmente qualitativos e não sistematizados	PH pode ser aplicada em estudos de consumo local e impactos socioambientais	Torna visível a influência das comunidades e desigualdades no consumo e gestão hídrica

Fonte: ONU, 2022

Assim, a Pegada Hídrica não se limita a mensurar volumes de água, mas oferece uma estrutura abrangente capaz de capturar as múltiplas dimensões da sustentabilidade hídrica. Ao traduzir o consumo e a poluição em métricas acessíveis e integradas, essa metodologia proporciona aos formuladores de políticas, empresas e comunidades uma base mais sólida para promover o uso eficiente, equitativo e sustentável da água, em consonância com os princípios da Agenda 2030. Essa abordagem sistêmica, ao articular fatores técnicos, sociais e ambientais, posiciona a Pegada Hídrica como uma aliada estratégica no aperfeiçoamento dos indicadores do ODS 6 e na construção de uma governança hídrica mais justa e resiliente.

A seguir, essa perspectiva será aprofundada por meio da análise de um estudo aplicado em comunidades heterogêneas da Paraíba, onde a metodologia da Pegada Hídrica foi utilizada como instrumento para avaliar a sustentabilidade hídrica em diferentes contextos socioeconômicos e geográficos. A comparação entre as comunidades, com base em suas respectivas Pegadas Hídricas, permitirá evidenciar como fatores como acesso desigual aos recursos, padrões de consumo, práticas produtivas e vulnerabilidades climáticas influenciam diretamente a sustentabilidade local. Essa investigação de base empírica ilustra, portanto, como a Pegada Hídrica pode ser operacionalizada como ferramenta técnica e política para promover justiça hídrica e orientar ações de planejamento e adaptação em territórios marcados por contrastes e desafios estruturais.

2.4. Pegada Hídrica: um Indicador Complementar e Estratégico

Os indicadores do ODS 6 foram concebidos pela Organização das Nações Unidas para monitorar o progresso em direção à meta de assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento até 2030 (ONU, 2022). No Brasil, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) sistematiza esse acompanhamento por meio de um conjunto de métricas que incluem o acesso a serviços de água potável, saneamento seguro, qualidade da água, eficiência no uso, estresse hídrico, gestão integrada dos recursos e preservação de ecossistemas aquáticos (IPEA, 2023). Tais indicadores cumprem papel essencial ao oferecerem uma base comparável internacionalmente e ao permitirem a verificação do cumprimento de compromissos globais. Entretanto, apresentam limitações importantes que restringem sua aplicabilidade em diagnósticos mais complexos de sustentabilidade hídrica.

A primeira limitação está no caráter predominantemente agregado das métricas, que se apresentam majoritariamente em escala nacional ou regional. Esse nível de agregação tende a ocultar disparidades internas relevantes, como as diferenças no acesso à água entre áreas urbanas e rurais, ou entre grupos socioeconômicos distintos.

Em segundo lugar, a metodologia oficial do ODS 6 não contempla de forma sistemática o consumo indireto de água, relacionado à chamada água virtual presente nos bens e serviços consumidos. Essa exclusão dificulta a compreensão das interdependências hídricas entre diferentes territórios, especialmente em contextos onde a importação e exportação de produtos agrícolas e industriais implicam fluxos significativos de água incorporada.

Por fim, as métricas vigentes não incorporam, de maneira integrada, variáveis socioeconômicas e culturais que influenciam diretamente a pressão sobre os recursos hídricos, como padrões de consumo, renda e vulnerabilidade climática, restringindo-se a uma visão predominantemente ambiental e de gestão administrativa.

A metodologia da Pegada Hídrica, desenvolvida por Hoekstra e colaboradores, oferece uma resposta robusta a essas lacunas ao propor uma métrica abrangente que quantifica o uso direto e indireto da água em três dimensões distintas: verde, azul e cinza (Hoekstra et al., 2011; Hoekstra, 2013). Ao incorporar o conceito de água virtual, a Pegada Hídrica permite identificar como as cadeias de produção e consumo influenciam a disponibilidade hídrica em diferentes regiões do mundo, revelando conexões invisíveis nas análises convencionais. Essa perspectiva é fundamental para entender, por exemplo, como o consumo urbano em um país pode gerar impactos sobre

a disponibilidade de água em áreas agrícolas de outros continentes. Hoekstra (2017, p. 3062) afirma:

Ao adicionar a “importação líquida de água virtual” de um país ao uso de água dentro do próprio país, conforme apresentado nas estatísticas nacionais tradicionais de uso da água, foi possível revelar o “uso real” de água pelas pessoas em um país.

Outro diferencial da Pegada Hídrica está na capacidade de traduzir a poluição da água em termos volumétricos por meio de sua componente cinza, o que possibilita relacionar diretamente a qualidade da água com a sua disponibilidade. Enquanto o ODS 6 monitora a qualidade da água por meio de indicadores que expressam a proporção de corpos hídricos em boas condições, a Pegada Hídrica estabelece uma relação quantitativa entre a carga poluente e o volume necessário para a diluição, permitindo a definição de limites de uso sustentáveis por bacia hidrográfica. Sobre a PH cinza, Hoekstra (2017, p. 3063) reflete que:

[...] embora ainda não sob essa denominação, foi apresentado como um “volume de água de diluição” necessário para assimilar uma carga de poluentes. Esse termo revelou-se infeliz, pois alguns o interpretaram de forma normativa, como se se propusesse resolver a poluição por meio da diluição. Essa, obviamente, não era a intenção; a ideia era expressar a poluição da água em termos da demanda que ela impõe sobre os recursos limitados de água doce, quantificando-a pelo volume de água necessário para assimilá-la. Nesse sentido, a poluição da água compete com o consumo de água.

Essa abordagem dialoga com concepções mais amplas de sustentabilidade, como as defendidas por Elinor Ostrom em seu livro *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action* (1990), no contexto da gestão de recursos de uso comum, que enfatizam a necessidade de integrar dimensões ambientais, sociais e econômicas na formulação de políticas. (Bauer; Dombrowsky, 2012)

Ao considerar variáveis como superconsumo, desigualdade no acesso e vulnerabilidade climática, a Pegada Hídrica alinha-se a uma visão de sustentabilidade que não se restringe ao equilíbrio ecológico, mas incorpora também a equidade social e a eficiência econômica. Estudos recentes, como o de Hoekstra & Seyam (2000) sobre o conceito de *water value flow*, reforçam essa ideia ao destacar que a gestão hídrica eficaz deve atribuir valor não apenas físico, mas também social e econômico à água, de forma contextualizada às realidades locais.

A integração da Pegada Hídrica aos mecanismos de monitoramento do ODS 6 poderia ampliar substancialmente a capacidade analítica e preditiva desses indicadores.

Ao agregar variáveis hidrológicas, sazonais e socioeconômicas, essa metodologia permitiria não apenas uma compreensão mais acurada da pressão sobre os recursos, mas também a formulação de políticas públicas direcionadas a contextos específicos, evitando soluções genéricas que muitas vezes falham diante de realidades heterogêneas. Essa abordagem é particularmente relevante em regiões de alta variabilidade climática e socioeconômica, como o semiárido brasileiro, onde o uso da Pegada Hídrica tem potencial para revelar desigualdades estruturais e orientar políticas de adaptação.

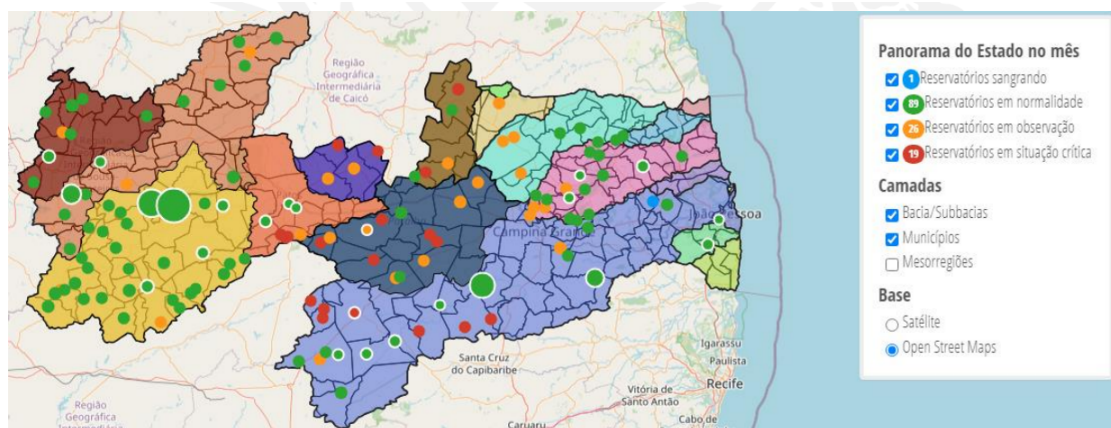
No capítulo seguinte, esse potencial será explorado a partir de um estudo de caso que analisa comunidades heterogêneas da Paraíba, investigando a sustentabilidade hídrica local sob a ótica da Pegada Hídrica e discutindo como essa metodologia pode complementar e, em alguns aspectos, superar as métricas atualmente utilizadas para o monitoramento do ODS 6.

3. SUSTENTABILIDADE HÍDRICA NA PARAÍBA: COMUNIDADES HETEROGÊNEAS EM FOCO

A análise da Pegada Hídrica no contexto da governança local dos recursos hídricos na Paraíba tem como objetivo examinar, de forma integrada, os aspectos ambientais, sociais e econômicos que influenciam a sustentabilidade hídrica em comunidades heterogêneas. A escolha deste estudo de caso fundamenta-se na relevância estratégica do estado, situado no semiárido brasileiro, onde a escassez hídrica é um desafio histórico e persistente, agravado pelas variações climáticas e pela pressão crescente sobre os recursos disponíveis.

Segundo o Relatório Anual da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2023), a disponibilidade hídrica do estado permanece fortemente dependente de reservatórios superficiais, sujeitos a variações sazonais intensas e à irregularidade das chuvas.

Figura 3. Distribuição espacial dos mananciais e situação geral no final de 2023.



Fonte: AESA, 2023.

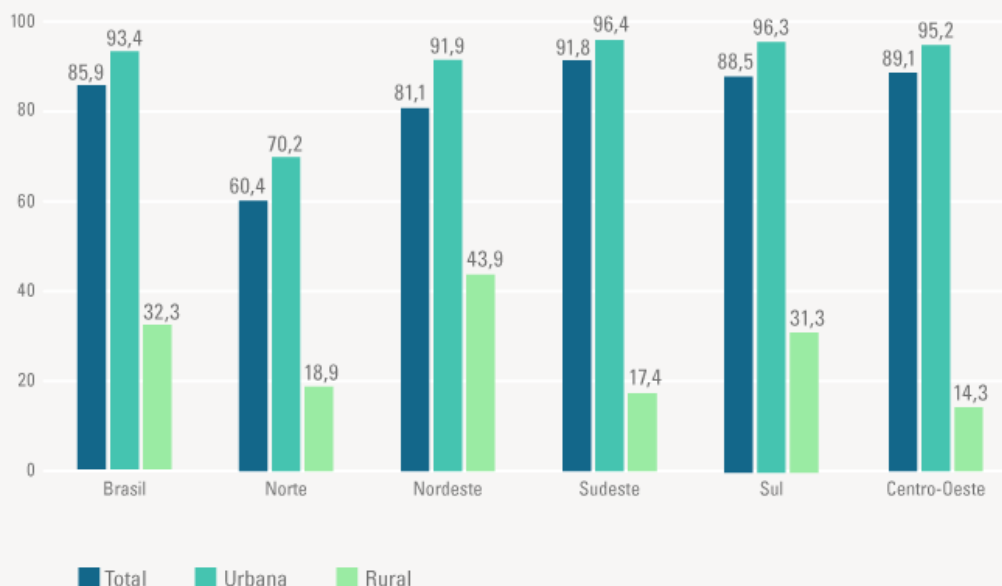
Essa vulnerabilidade é acentuada por desigualdades no acesso e pela heterogeneidade socioeconômica entre comunidades urbanas, rurais e rurais dispersas.¹² Em 2023, segundo a PNAD Contínua divulgada pelo IBGE, 85,9 % dos domicílios no Brasil eram abastecidos pela rede geral de água, mas essa cobertura apresentava discrepâncias marcantes: nas áreas urbanas, o índice atingia 93,4 %, enquanto nas áreas rurais caía drasticamente para apenas 32,3 %, revelando uma profunda desigualdade no acesso ao serviço (IBGE, 2024).

Figura 4. Domicílios com rede geral como principal forma de abastecimento de água (%).

¹² As áreas rurais dispersas compreendem localidades com baixa densidade populacional e distância significativa dos centros urbanos ou povoados. Nesses territórios, a cobertura de abastecimento por rede geral de água é ainda menor, atingindo cerca de 20 % dos domicílios, evidenciando maior vulnerabilidade em comparação com áreas rurais mais consolidadas. (IBGE, 2024)

Domicílios com rede geral como principal forma de abastecimento de água (%)

Por situação do domicílio



Fonte: PNAD Contínua Características Gerais dos Domicílios e Moradores 2023

AGÊNCIA IBGE
NOTÍCIAS

IBGE

Fonte: IBGE, 2024.

Essa disparidade evidencia a heterogeneidade socioeconômica entre zonas urbanas e rurais, aquelas áreas rurais enfrentam barreiras estruturais como menor densidade populacional, infraestrutura precária e limites nos investimentos públicos, o que reforça desigualdades históricas nos direitos básicos de acesso à água. Ao mesmo tempo, dados da UNESCO (2024) indicam que o estresse hídrico tem importantes implicações para a estabilidade social, e déficits de água podem ser ligados a 10% do aumento da migração mundial.

Neste contexto, a Pegada Hídrica oferece uma abordagem analítica capaz de complementar os indicadores oficiais do ODS 6, incorporando variáveis como superconsumo, fluxos de água virtual e impactos setoriais, possibilitando diagnósticos mais precisos e orientações estratégicas para políticas públicas. Trabalhos como os de Hoekstra (2017) e Sabiá (2019) demonstram que a consideração simultânea de dimensões azul, verde e cinza da Pegada Hídrica permite não apenas quantificar o uso e a poluição da água, mas também evidenciar as pressões socioeconômicas que moldam a sustentabilidade hídrica em diferentes escalas.

A relevância de analisar a Paraíba também se justifica pela existência de comunidades com diferentes níveis de acesso, renda, composição étnica e inserção em cadeias produtivas, o que permite operacionalizar o conceito de heterogeneidade para fins de pesquisa. A literatura sobre recursos comuns (Naidu, 2005; Lopes et al., 2020) destaca que contextos de heterogeneidade impõem desafios específicos à governança hídrica, exigindo instrumentos capazes de lidar com múltiplas realidades e promover equidade.

Assim, este capítulo tem por finalidade apresentar o estudo de caso da Pegada Hídrica nas comunidades heterogêneas da Paraíba, discutindo como essa métrica pode apoiar a formulação de políticas públicas e estratégias de governança multinível alinhadas ao ODS 6. A partir da caracterização do contexto e da metodologia, serão analisados os resultados obtidos, identificados os principais desafios e apresentadas recomendações que dialogam com iniciativas internacionais, como o Movimento + Água do Pacto Global.

3.1. O Estudo de Caso na Paraíba: Contexto e Metodologia

O presente estudo de caso parte da análise da Pegada Hídrica (PH) em comunidades heterogêneas da Paraíba, tomando como principal referência o trabalho de Aleixo et al. (2023) “Pegada Hídrica nas Comunidades Heterogêneas da Paraíba”. A escolha desse recorte fundamenta-se tanto na relevância acadêmica do tema quanto na pertinência social de compreender como diferentes formas de organização comunitária e composição socioeconômica impactam o uso e a gestão da água.

A Paraíba apresenta um cenário caracterizado por forte variabilidade hídrica, agravada por longos períodos de seca e pela elevada dependência de reservatórios artificiais para abastecimento (AESAs, 2023). Esse contexto torna-se ainda mais desafiador quando se observa que as comunidades rurais do estado não formam um bloco homogêneo. Ao contrário, há significativas diferenças internas no que se refere a renda, ocupação, acesso a infraestrutura hídrica, práticas produtivas e vínculos institucionais.

No trabalho de Aleixo et al. (2023), o termo “comunidades heterogêneas” está sendo usado para designar um conjunto diversificado de grupos sociais e espaços geográficos que apresentam características muito distintas entre si, ou seja, uma diversidade social, cultural, econômica e territorial dentro do Estado da Paraíba.

A heterogeneidade está no fato de que os grupos analisados (quilombolas, pescadores, indígenas, assentamentos rurais, diferentes tamanhos de cidades) têm origens culturais, modos de vida, práticas sociais e contextos econômicos muito distintos. Eles não formam um conjunto homogêneo com as mesmas características, mas um conjunto plural e diversificado, portanto heterogêneo no sentido de variedade e diferença interna. Assim, o uso de “comunidades heterogêneas” nesse trecho ressalta que o estudo abrange comunidades com perfis variados, rurais, tradicionais, urbanos, de diferentes portes e formas de organização social.

Essa diversidade interna tende a influenciar tanto a cooperação quanto os conflitos no uso da água, já que diferentes segmentos podem ter prioridades divergentes, por exemplo, entre pescadores e indígenas voltados para o mercado.

Naidu (2005) complementa essa visão ao indicar que a heterogeneidade pode se expressar em múltiplas dimensões: socioeconômica, cultural, institucional e até mesmo ecológica, quando grupos ocupam áreas com diferentes condições ambientais dentro de um mesmo território. Tal diversidade contrasta com as comunidades homogêneas, nas quais os membros compartilham características semelhantes de renda, atividade produtiva, acesso a infraestrutura e normas de uso da água, o que, segundo a literatura, tende a facilitar acordos coletivos e reduzir conflitos internos.

Essa distinção é fundamental para a análise da Pegada Hídrica, pois a diversidade interna das comunidades afeta diretamente o volume e o tipo de água consumida (azul, verde e cinza), bem como a disposição para implementar práticas de uso sustentável. Ao trabalhar com o conceito de comunidades heterogêneas, Aleixo et al. (2023, p. 226) demonstram a importância da metodologia utilizada pela PH, em detrimento de indicadores tradicionais, que podem não captar nuances relevantes para a formulação de políticas de gestão hídrica mais justas e eficazes, como os do ODS 6. Eles dizem:

A ideia de levar em consideração o uso da água ao longo das cadeias de abastecimento ganhou destaque e interesse após a introdução do conceito. A PH é um indicador de uso de água doce que se traduz não só no uso direto de água por parte do produtor ou consumidor, mas também no uso indireto. Portanto, trata-se de um conceito multidimensional, que revela os volumes de consumo de água por fonte e volume de água poluída por tipo de poluição. Todas as componentes de uma Pegada hídrica são geograficamente e temporariamente especificadas (Hoekstra et al., 2011).

Embora seja reconhecido que a classificação de comunidades como heterogêneas ou homogêneas não se baseie em mensuração empírica direta e careça de comprovação científica formal (Naidu, 2005; Poteete et al., 2010), a utilização dessas nomenclaturas neste estudo cumpre uma função heurística e metodológica. A distinção permite diferenciar contextos sociais, culturais e econômicos nos quais a Pegada Hídrica pode se manifestar de formas distintas.

Comunidades heterogêneas, caracterizadas por diversidade interna em termos de renda, práticas produtivas, padrões de consumo e acesso à infraestrutura, tendem a apresentar perfis de uso de água mais complexos, com variação significativa nos volumes de água azul, verde e cinza consumidos, bem como nos impactos indiretos relacionados à água virtual ao longo das cadeias de produção. Em contrapartida, comunidades homogêneas, que compartilham características socioeconômicas e culturais mais uniformes, oferecem um padrão de consumo hídrico mais previsível e comparável.

Assim, a escolha dessas categorias não se pretende um juízo absoluto sobre as comunidades, mas sim uma ferramenta conceitual que permite analisar e interpretar os dados da Pegada Hídrica de forma mais precisa, destacando como a diversidade social e econômica influencia os fluxos de água direta e virtual, e fornecendo subsídios para políticas públicas diferenciadas e mais efetivas em termos de sustentabilidade hídrica (Sabiá, 2019; Hoekstra et al., 2011).

Do ponto de vista metodológico, este estudo não se baseia em pesquisa de campo própria, mas sim em uma revisão bibliográfica e análise documental centrada no trabalho de Aleixo et al. (2023) e complementada por referências como Naidu (2005), Hoekstra (2017), Sabiá (2019) e dados institucionais da AESA (2023). Essa abordagem permite compreender como a aplicação da Pegada Hídrica em comunidades com diversidade interna potencialmente significativa pode fornecer subsídios mais robustos para políticas públicas voltadas à sustentabilidade hídrica e à equidade social.

3.2. Resultados da Pegada Hídrica nas Comunidades Heterogêneas

A mensuração da pegada hídrica (PH) nas comunidades heterogêneas da Paraíba, conforme levantamento de Aleixo et al. (2023), revela diferenças expressivas no consumo de água azul, verde e cinza, diretamente associadas ao perfil socioeconômico, às práticas produtivas e aos hábitos de consumo. A média global de

PH estimada por Hoekstra (2016) é de 1.385 m³/hab/ano, servindo como referência comparativa. Além disso, Aleixo et al (2023, p.227) acrescentam:

A Pegada hídrica média global é de 1.385 m³ por pessoa por ano. Os fatores que influenciam diretamente na Pegada hídrica são: o volume do consumo, padrão de consumo (considerando o alto e baixo consumo de carne), práticas agrícolas e fatores climáticos (HOESKSTRA, et al., 2008). Na busca por um planeta mais sustentável e à semelhança do que ocorre com a Pegada ecológica e a Pegada de carbono, nos últimos anos têm sido apresentadas sugestões para redução da Pegada hídrica, incluindo o compromisso de neutralidade em relação ao uso de água (água neutra), reduzindo o seu consumo e nas medidas de compensação provocadas pelo processo de poluição.

Os resultados mostram que comunidades Naturista, Pescadores e Cidades de Grande Porte apresentam PH total acima da média mundial, reflexo de maior renda *per capita*, dietas com maior participação de proteína animal, atividades econômicas intensivas em água e maior nível de consumo de bens industrializados. Nesses casos, a PH azul é significativa devido à irrigação e ao uso doméstico elevado, enquanto a PH cinza se destaca pelo volume de efluentes domésticos e industriais.

Por outro lado, comunidades Indígenas e Quilombolas apresentam PH abaixo da média global, associada a menor renda, dietas menos intensivas em recursos hídricos e menor acesso a bens industrializados. Nesses contextos, a PH verde (uso de água da chuva na produção agrícola de subsistência) tende a ser a componente predominante, enquanto a PH azul é limitada pela infraestrutura hídrica escassa. Apesar disso, essas comunidades enfrentam maiores vulnerabilidades em termos de acesso seguro à água potável e à infraestrutura de saneamento básico, também posicionadas como as comunidades com menor renda (Aleixo et al. 2023, p. 234):

Os resultados aqui apresentados constataam que os quilombolas e indígenas são os que apresentam a menor renda familiar e, por outro lado, de acordo com os dados obtidos na pesquisa, tem-se que a maior renda familiar na faixa de maior ou igual a 3 salários mínimos corresponde a comunidade Naturista, em face do maior nível educacional, renda familiar e consequentemente maior poder de consumo de seus habitantes, enquanto que, pelas mesmas razões, as comunidades Quilombolas, Assentamento Rural e Indígena apresentam os menores percentuais de renda familiar nessa faixa de rendimento familiar. Por outro lado, a maior renda familiar na faixa de maior ou igual a 1 salário mínimo e menor que 3 salários mínimos é da comunidade de Pescadores, apesar de que seus habitantes não possuírem nível educacional elevado eles estão localizados geograficamente numa cidade de grande porte (João Pessoa), onde a renda per capita é maior do que nas outras cidades do estado, além de pertencerem a uma comunidade organizada em associação de classe e

suas atividades são favorecidas pelo consumo do produto, levando, com isso, a uma renda familiar mais elevada, enquanto que o menor percentual é da comunidade Quilombola por contas das razões contrárias da comunidade anterior.

Comparativamente, estudos como o de Sabiá (2019) mostram que, no Nordeste, padrões de consumo e exportação de produtos agrícolas implicam um rastro significativo de água virtual, reforçando que a pressão sobre os recursos hídricos não se limita ao uso local, mas também se expressa nas cadeias de comércio nacional e internacional. Para essa demonstração, Aleixo et al. (2023, p. 235) utiliza diferentes segmentos sob os quais os recursos hídricos são aplicados e que contribuem para diferentes resultados na pegada hídrica de cada comunidade, como mostra a imagem da tabela abaixo elaborada no referido trabalho:

Figura 5. Tabela de Componentes da PH das comunidades heterogêneas da PB

Comunidades	Alimentos	Indústria	Doméstico	Média
Pescadores	89,62%	5,25%	5,13%	33,33%
Quilombola	90,45%	4,35%	5,20%	33,33%
Assentamento Rural	91,37%	3,40%	5,23%	33,33%
Naturista	87,15%	6,65%	6,20%	33,33%
Indígena	91,00%	4,22%	4,78%	33,33%
Cidade de Grande Porte	88,88%	5,86%	5,26%	33,33%
Cidade de Médio Porte	89,70%	5,14%	5,16%	33,33%
Cidade de Pequeno Porte	89,63%	5,27%	5,10%	33,33%
Média	89,72%	5,02%	5,26%	33,33%

Fonte: Aleixo et al, 2023.

A tabela apresentada por Aleixo et al. (2023) detalha os volumes de água consumidos nas comunidades heterogêneas da Paraíba, diferenciando entre Pegada Hídrica azul, verde e cinza. Essa distinção permite compreender tanto o uso direto de água em atividades domésticas e agrícolas quanto o uso indireto relacionado à produção e consumo de alimentos e bens industrializados, o chamado fluxo de água virtual (Hoekstra et al., 2011).

Enquanto os indicadores do ODS 6 medem cobertura de abastecimento, coleta de esgoto e perdas na distribuição, a Pegada Hídrica oferece uma visão complementar, identificando volumes de água consumidos de forma direta e indireta, poluição associada e impactos ao longo de cadeias produtivas. Essa abordagem evidencia disparidades intra e intercomunitárias não captadas pelos indicadores oficiais. Essa

análise evidencia também desigualdades no acesso e no impacto da gestão hídrica, permitindo integrar a dimensão distributiva ao debate sobre sustentabilidade e governança.

3.3. Da Teoria à Prática: Recomendações de Políticas Públicas

A gestão da água nas comunidades analisadas enfrenta desafios complexos que envolvem desde limitações técnicas e institucionais até questões de equidade e participação social.

Primeiramente, a heterogeneidade socioeconômica e cultural, conforme destacado por Naidu (2005), afeta a capacidade de organização e cooperação para o manejo coletivo de recursos hídricos. Diferenças de renda, identidade e interesse no recurso geram assimetrias na capacidade de investimento em soluções hídricas e na influência sobre decisões comunitárias, podendo reduzir a coesão social necessária para uma gestão eficaz. Segundo a autora (2005, p. 5):

A heterogeneidade não é unidimensional e, portanto, três aspectos são tratados de forma particular: riqueza, identidade social e interesses. A riqueza é interpretada como a capacidade de contribuir para a ação coletiva; os interesses refletem os incentivos para contribuir; e a identidade social indica a coesão social da comunidade.

Além disso, há disparidades estruturais de acesso: enquanto comunidades com maior renda e urbanização contam com sistemas de abastecimento e saneamento mais consolidados, comunidades rurais e tradicionais enfrentam intermitência no fornecimento, qualidade inadequada da água e ausência de tratamento de esgoto. Tais desigualdades refletem problemas de governança, como a ausência de mecanismos eficazes de integração entre políticas setoriais e níveis de governo (local, estadual, federal), e a fragilidade de canais de participação social (UNESCO, 2024).

Outro desafio crítico é a escassez de dados e o monitoramento contínuo. O Relatório Mundial da UNESCO (2024) aponta que, em muitos contextos de baixa e média renda, não há coleta sistemática de dados sobre qualidade da água e uso por setor, dificultando a tomada de decisões baseadas em evidências. Essa lacuna se reproduz no contexto paraibano, onde informações sobre vazões, perdas e qualidade são fragmentadas e pouco acessíveis. O relatório utiliza a África para denunciar e ilustrar a dificuldade de monitoramento, principalmente, ao levar em consideração o contexto dos ODS (UNESCO, p. 8):

Desde 2015, o número de pessoas sem acesso a água potável gerida de forma segura na África aumentou de 703 para 766 milhões (UN-Water, 2021b), apesar de o continente receber um terço da assistência oficial para o desenvolvimento (AOD) global destinada ao setor de água. A capacidade de monitorar os indicadores de dados dos ODS é, em geral, inadequada, apesar dos apelos de alto nível e dos esforços globais de longo prazo para melhorar a disponibilidade de dados (UNECE/UNESCO, 2018).

Finalmente, os conflitos pelo uso da água, embora muitas vezes latentes, podem emergir em períodos de seca ou em torno de projetos de infraestrutura hídrica, especialmente quando não há transparência na alocação ou quando comunidades percebem tratamento desigual. Essas tensões são agravadas pela dependência de atividades agrícolas e pesqueiras vulneráveis a variações climáticas e pela ausência de mecanismos de resolução de conflitos que considerem as especificidades culturais e sociais das comunidades.

O ponto levantado no relatório da UNESCO é que a utilização da água para promover prosperidade e paz exige capacidade de governança e vontade política para enfrentar desafios de alocação e adaptação entre setores e cadeias produtivas, com participação de um conjunto cada vez mais amplo de atores, ministérios governamentais, organizações da sociedade civil e mercados (Meinzen-Dick, 2007; Woodhouse & Muller, 2017 *apud* UNESCO, 2024).

Com efeito, a gestão sustentável dos recursos hídricos requer mecanismos de alocação que equilibrem eficiência econômica com equidade social. Para isso, é essencial estabelecer sistemas transparentes de monitoramento e compartilhamento de dados, além de promover a cooperação entre os diversos usuários da água. Essa abordagem não só atrai investimentos e fortalece a coesão social, mas também permite desenvolver soluções inovadoras para a distribuição dos benefícios e riscos associados ao uso da água.

A alocação deve priorizar, em primeiro lugar, o direito humano fundamental à água, seguido pelos usos produtivos, como agricultura e indústria, e pelos usos não consuntivos, como geração de energia e lazer (UNESCO, 2024, p. 10).

Os desafios atuais da governança hídrica têm raízes históricas profundas, marcadas por políticas excludentes que negaram direitos às comunidades tradicionais. Superar essa herança de desigualdade é crucial para construir sistemas mais justos e eficazes. Estudos alertam que, sem melhorias significativas na gestão da água, algumas regiões poderão enfrentar perdas econômicas de até 6% até 2050, com graves impactos na segurança alimentar, saúde pública e desenvolvimento regional (World Bank Group,

2016). Esses dados reforçam a urgência de se adotar novas abordagens na alocação dos recursos hídricos.

A superação desses desafios requer abordagens de governança multinível, capazes de articular políticas públicas, participação comunitária e cooperação intersetorial, além de mecanismos de monitoramento e transparência que assegurem uma gestão equitativa e sustentável do recurso hídrico.

3.4. ODS 6 e Governança Multinível: Lições da Paraíba

As informações trazidas neste capítulo indicam que as desigualdades no acesso e no uso da água nas comunidades heterogêneas da Paraíba resultam não apenas da disponibilidade física limitada do recurso, mas também de assimetrias socioeconômicas, fragilidades institucionais e ausência de integração entre diferentes escalas de gestão. Superar esses desafios requer a adoção de estratégias que conciliam eficiência no uso, justiça distributiva e participação social, de modo a contribuir efetivamente para o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), que prevê o acesso universal e equitativo à água potável e ao saneamento.

A utilização do conceito de pegada hídrica como instrumento de planejamento e gestão constitui uma oportunidade concreta para estabelecer limites sustentáveis de uso da água por bacia hidrográfica e definir cotas de consumo proporcionais às necessidades e capacidades de cada comunidade. Essa abordagem, defendida por Hoekstra (2017), permite diferenciar as estratégias de intervenção conforme o perfil socioeconômico e ambiental dos grupos analisados. Segundo Hoekstra (2017, p. 3065):

O método inclui quatro etapas: definição do escopo de análise, contabilização, avaliação de sustentabilidade e formulação de respostas. A etapa de avaliação de sustentabilidade aborda a questão "e daí?" ao contextualizar as Pegadas Hídricas (WFs) em termos de sustentabilidade, eficiência e equidade, reconhecendo que os valores de WF, por si só, dizem pouco se não comparados a níveis de referência. Nesta etapa, novos conceitos foram desenvolvidos, como a ideia do "WF máximo sustentável", a ser traduzido em "limites de WF" por bacia hidrográfica, a ideia de "referências de WF" para processos e produtos como parâmetro para o nível de WF que poderia ser alcançado com base no uso de determinada tecnologia ou prática boa ou ideal, a ideia de "licenças de WF azul e cinza" em oposição a licenças de captação de água e lançamento de efluentes, a ideia de "cotas justas de WF" como ferramenta para discutir WFs de comunidades, e os conceitos de "risco hídrico na cadeia de suprimentos" para empresas e "risco hídrico importado" para países (Hoekstra 2013).

Nas comunidades com pegada hídrica total acima da média global, as políticas poderiam priorizar a redução da pegada azul e cinza, incentivando a adoção de tecnologias de uso eficiente, o reúso de água e práticas agrícolas de menor impacto. Já nas comunidades de baixa renda, onde predomina a pegada verde associada à agricultura de subsistência, as ações devem focar no fortalecimento da resiliência produtiva frente à variabilidade climática, preservando a segurança hídrica sem comprometer os meios de vida.

Entretanto, a aplicação efetiva dessas medidas depende da construção de um modelo de governança multinível capaz de articular esforços entre diferentes instâncias governamentais e atores não estatais. A gestão local deve estar conectada às instâncias regionais e estaduais, permitindo que demandas e especificidades das comunidades sejam incorporadas aos planos de recursos hídricos e aos instrumentos de outorga e cobrança pelo uso da água. Isso pressupõe a criação de canais institucionais permanentes de diálogo e cooperação entre órgãos ambientais, setor agrícola, empresas de abastecimento e as próprias comunidades, de forma a prevenir conflitos e promover soluções consensuais para a alocação do recurso.

A participação social, por sua vez, deve ser fortalecida não apenas como princípio normativo, mas como componente efetivo da tomada de decisão. Conforme o Relatório Mundial da UNESCO (2024, p.3), ainda é reduzido o número de países que asseguram alta participação comunitária na gestão da água, o que se reflete em limitações de transparência e legitimidade:

Mais de 85% dos países (105 de 123 que responderam) possuíam procedimentos de participação definidos em leis ou políticas relativas à água potável rural e gestão de recursos hídricos (Meta 6.b dos ODS). No entanto, apenas 29 dos 117 países que responderam relataram participação alta ou muito alta das comunidades nos processos de planejamento e gestão da água potável rural e da gestão de recursos hídricos (Nações Unidas, 2023b).

No caso paraibano, isso implica garantir processos participativos inclusivos, capazes de considerar a diversidade cultural e de gênero e assegurar a representatividade de grupos historicamente marginalizados, como comunidades indígenas e quilombolas. Ferramentas de monitoramento comunitário da qualidade e da disponibilidade da água, com dados de acesso público, podem ampliar a capacidade de fiscalização social e embasar políticas mais responsivas.

Por fim, a inserção das comunidades e de seus gestores no debate global sobre recursos hídricos pode favorecer o acesso a tecnologias, metodologias e financiamento

para projetos estruturantes. A participação em redes de cooperação, como o Pacto Global da ONU e comunidades epistêmicas (Haas, 1992, p. 3) voltadas à água, oferece um espaço para troca de experiências e fortalecimento de capacidades locais:

[...] o controle sobre o conhecimento e a informação é uma importante dimensão do poder, e a difusão de novas ideias e informações podem levar a novos padrões de comportamento, provando ser uma dimensão importante da coordenação de políticas nacionais e internacionais. [...] uma rede de profissionais com conhecimento e competência reconhecidos em um domínio particular, e com autoridade legitimada em conhecimentos politicamente relevantes dentro de um domínio ou área de conhecimento.

Essa articulação transnacional, quando combinada a diagnósticos precisos da pegada hídrica e a processos participativos robustos, cria condições para que a governança da água no semiárido paraibano seja não apenas mais eficiente e sustentável, mas também mais justa, contribuindo de maneira efetiva para o alcance das metas do ODS 6.

Em síntese, a integração da Pegada Hídrica aos processos de governança multinível e às estratégias do ODS 6 representa não apenas uma ampliação da capacidade diagnóstica, mas também um avanço na formulação de políticas que considerem simultaneamente variáveis ambientais, socioeconômicas e culturais. Ao incorporar a perspectiva da água virtual, da pegada cinza e da variação sazonal do consumo, este indicador oferece uma visão mais abrangente das pressões sobre os recursos hídricos e de suas interações com o comércio, a produção e o consumo. A adoção dessa abordagem pode fortalecer a resiliência hídrica de comunidades vulneráveis e orientar a construção de políticas públicas mais equitativas e eficazes, contribuindo para a consolidação de uma gestão hídrica sustentável e alinhada às metas globais de desenvolvimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou compreender e evidenciar a relevância da Pegada Hídrica como instrumento complementar e, em determinados contextos, potencialmente substitutivo, aos indicadores oficiais do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6. Ao longo do trabalho, demonstrou-se que, embora os indicadores definidos pela Organização das Nações Unidas cumpram um papel fundamental de padronização e acompanhamento global do progresso rumo às metas de acesso universal à água potável

e saneamento, eles apresentam limitações na captura de nuances socioeconômicas, culturais e setoriais que influenciam diretamente a sustentabilidade hídrica.

Nesse sentido, a metodologia da PH, formulada inicialmente por Hoekstra e colaboradores, mostrou-se particularmente útil ao incorporar dimensões não contempladas pelos indicadores do ODS 6, como o consumo indireto de água (água virtual), a quantificação de poluição em termos volumétricos (PH cinza) e a variação sazonal e setorial do uso hídrico. Ao fazer isso, a PH permite ir além da análise puramente física do recurso, agregando fatores relacionados à economia, comércio internacional, padrões de produção e consumo, bem como vulnerabilidades climáticas e sociais.

O estudo de caso das comunidades heterogêneas na Paraíba, fundamentado principalmente na pesquisa de Aleixo et al. (2023), foi decisivo para materializar a aplicação dessa metodologia em um contexto real e complexo. A diferenciação entre comunidades homogêneas e heterogêneas, baseada em critérios como renda, acesso à infraestrutura hídrica, localização geográfica e perfil econômico-cultural, revelou que a vulnerabilidade ao estresse hídrico não se distribui de forma uniforme, mesmo em territórios próximos. A análise mostrou que as comunidades heterogêneas, por abrigarem grupos com diferentes níveis de poder aquisitivo, acesso e uso da água, apresentam desafios mais acentuados para a gestão participativa e equitativa do recurso.

Esse achado reforça que a governança hídrica, especialmente em contextos de escassez e desigualdade, deve ser desenhada levando em conta a heterogeneidade social e econômica das populações. Nesse ponto, a PH contribui com dados mais refinados e contextuais, permitindo que políticas públicas sejam adaptadas às realidades locais em vez de se basearem apenas em médias agregadas que mascaram disparidades internas.

Além disso, o trabalho evidenciou que a integração da PH aos processos de governança multinível poderia aprimorar o alcance das metas do ODS 6. Tal integração não apenas facilitaria o alinhamento entre políticas nacionais e demandas locais, como também fortaleceria a articulação com atores transnacionais e comunidades epistêmicas, criando redes de conhecimento e cooperação capazes de influenciar positivamente a tomada de decisão. Nesse sentido, experiências como o Movimento +Água, do Pacto Global, e as diretrizes da UNESCO para gestão integrada de recursos hídricos, ilustram o potencial de sinergia entre métricas inovadoras e plataformas globais de ação.

Outro ponto relevante é que a PH também pode desempenhar um papel educativo e mobilizador. Ao traduzir dados técnicos em informações claras sobre o impacto do consumo cotidiano na disponibilidade e qualidade da água, ela permite

engajar não apenas formuladores de políticas e gestores, mas também cidadãos e comunidades, fortalecendo a governança participativa. Essa capacidade de gerar conscientização pública é particularmente importante em regiões como o semiárido brasileiro, onde os desafios hídricos estão profundamente ligados a fatores históricos, culturais e socioeconômicos.

Por fim, a análise conduzida nesta dissertação aponta que o avanço rumo a uma gestão hídrica efetivamente sustentável exige superar a visão restrita da sustentabilidade como mero equilíbrio ambiental. É preciso adotar um conceito mais amplo, que integre eficiência no uso dos recursos, justiça social na distribuição e resiliência frente às mudanças climáticas. A Pegada Hídrica, por seu caráter multifacetado e por sua capacidade de integrar essas dimensões em uma única métrica, configura-se como uma ferramenta estratégica para orientar políticas e práticas que conciliem conservação ambiental, equidade social e viabilidade econômica.

A incorporação da Pegada Hídrica como indicador oficial do ODS 6 implicaria não apenas um avanço metodológico, mas também uma reinterpretação do próprio conceito de sustentabilidade no campo das políticas globais. Ao invés de permanecer restrito à manutenção dos ecossistemas e à eficiência técnica no uso da água, o conceito passaria a integrar, de forma explícita, variáveis socioeconômicas como desigualdade, vulnerabilidade e padrões de consumo, reconhecendo que a sustentabilidade hídrica é inseparável da justiça social e da governança inclusiva.

Essa abordagem ampliada tem relevância direta para as RI, pois a água é um recurso intrinsecamente transfronteiriço, e sua gestão envolve negociações multilaterais, comércio internacional e compromissos ambientais que extrapolam as fronteiras nacionais. Assim, uma métrica mais abrangente como a Pegada Hídrica poderia servir como base comum para alinhar agendas domésticas e compromissos internacionais, fortalecendo mecanismos cooperativos e prevenindo conflitos.

Assim, conclui-se que a adoção sistemática da Pegada Hídrica no monitoramento e na formulação de políticas associadas ao ODS 6 poderia representar um avanço significativo na governança da água em escala local, nacional e global. Mais do que um indicador técnico, a PH se apresenta como um instrumento de transformação, capaz de promover uma gestão mais justa, eficiente e adaptada aos desafios complexos do século XXI.

E para além da contribuição acadêmica e metodológica, esta dissertação também parte de uma motivação prática e humanitária: transformar o conhecimento aqui produzido em instrumentos concretos de mudança social. O objetivo é que as

conclusões e recomendações apresentadas possam inspirar políticas públicas, projetos de lei e programas de governança participativa que beneficiem diretamente populações em situação de escassez hídrica, seja no semiárido brasileiro ou em outras regiões do mundo que enfrentam desafios semelhantes. Essa perspectiva aplicada reforça o compromisso deste trabalho com uma ciência voltada não apenas à compreensão dos problemas, mas à sua resolução, buscando reduzir desigualdades, promover justiça hídrica e garantir o direito humano à água.

REFERÊNCIAS

- AESA (2023). Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/assets/uploads/2024/09/Relatorio-Ano-2023.pdf>>. Acesso em: 26/07/2025
- AGÊNCIA BRASIL (2024). Falta de acesso à água potável atinge 33 milhões de pessoas no Brasil. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-03/falta-de-acesso-agua-potavel-atinge-33-milhoes-de-pessoas-no-brasil>>. Acesso em: 12/08/2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA) (2024). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2024: Informe Anual. Brasília. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br>>. Acesso em: 12/08/2025.
- ALDAYA, I. V. (2010). Water footprint assessment: Evolving concept and future trends. *In* P. Martínez & L. A. Díaz (Eds.), *Integrated assessment of water resources and global change*. Springer, 81-88.
- ALEIXO, Danilo de O. et al. (2023). Pegada Hídrica das comunidades heterogêneas da Paraíba. *Ciências e Tecnologia das Águas: inovações e avanços em pesquisa - Vol. 1* - Editora Científica Digital. 224-242.
- ALLAN, J. A (1998). *Virtual water: A long term solution for water short Middle Eastern economies?* London: School of Oriental and African Studies, University of London, 1998. (Occasional Paper).
- ALLAN, J. A (2001). *The Middle East water question: Hydropolitics and the global economy*. London: I.B. Tauris.
- ALLEN, L. H., HOEKSTRA, A. Y., & MEKONNEN, M. M. (2018). Critiques and limits of the water footprint concept. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22, 3459–3472.
- ANTONELLI, Marta; SARTORI, Martina. Unfolding the potential of the virtual water concept: what is still under debate? *Environmental Research Letters*, v. 10, n. 12, p. 125–134, 2015.
- ANTONELLI, Marta; TAMEA, Stefania. Food-water security and virtual water trade in the Middle East and North Africa. *International Journal of Water Resources Development*, v. 31, n. 3, p. 326–342, 2015.
- ARAÚJO, Paulo C. B (2019). *Water Wars: a escassez recursos hídricos como ameaça à segurança interacional*. / Paulo César Batista de Araújo. - Sousa: [s.n], 2019. 52 fl.:Il. Col. Monografia (Curso de Graduação em Direito) - Centro de Ciências Jurídicas e Sociais - CCJS/UFCG, 2019.
- ARAÚJO, Paulo C. B. et al. (2019). A governança da água no Brasil sob uma perspectiva regional. *Rev.Bras.de Direito e Gestão Pública*. Pombal, PB,7(06), 89-98.
- ATLANTIC COUNCIL (2018). *Ethiopian dam stokes regional tensions*. 2021. Disponível em:

<<https://www.atlanticcouncil.org/blogs/africasource/ethiopian-dam-stokes-regional-tensions/>>. Acesso em: 18/08/2025.

BACHUR, João Paulo (2020). A teoria dos sistemas sociais de Niklas Luhman. Revista da Faculdade de Direito do Sul de Minas, Pouso Alegre, v. 36, n. 2: 77-94.

BAUER, Dr. Steffen; DOMBROWSKY, Dr. Ines (2012). Sustainable legacy: Elinor Ostrom shaped sustainability research. The Current Column, Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE). 1-3.

BENNETT, A.; COLIN, E (2007). “Case Study Methods in the International Relations Subfield”. Comparative Political Studies, Vol. 40 N 2, 170-195.

BERGER, Markus, et. al. (2021) Advancing the Water Footprint into an Instrument to Support Achieving the SDGs – Recommendations from the “Water as a Global Resources” Research Initiative (GRoW). Water Resources Management, 35, 1291–1298.

CHARMAZ, Kathy (2000). Constructing Grounded Theory: A Practical Guide through Qualitative Analysis. London: SAGE Publications.

BERGER, Michael et al (2019). Advancing the Water Footprint into an instrument to support achieving the SDGs. Policy Brief - GRoW Program.

BROMBAL, Daniele; MORIGI, Caterina; RICCI, Andrea (2018). Water Footprint Assessment as a policy tool for sustainable development: insights from a critical review. Sustainability, v. 10, n. 5, p. 1–20..

CERQUEIRA, Adriana, et al (2021). Pegada Hídrica como instrumento de gestão sustentável da água: uma análise de metas do ODS 6. ABES - XIX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

conflict. Faculdade de Direito da Universidade de Cornell. Ithaca, 2008.

CORRADIN, Camilla. Israel: Water as a tool to dominate Palestinians. Disponível em: <<https://www.aljazeera.com/news/2016/06/israel-water-tool-dominate-palestinians-160619062531348.html>>. Acesso em: 18/08/2025.

CURINI, Luigi & FRANZESE, Robert (ed.) (2020). The SAGE Handbook of Research Methods in Political Science and International Relations. London: SAGE.

DINIZ, Eli (1999). Engenharia institucional e políticas públicas: dos conselhos técnicos às câmaras setoriais. In: PANDOLFI, D. (org.). Repensando o Estado Novo. Rio de Janeiro, Editora FGV, 189-201.

EARTH.ORG (2023). A World Without Water: 25% of the World Faces Extreme Water Stress Every Year. Disponível em: <<https://earth.org/world-without-water-25-of-the-world-faces-extreme-water-stress-every-year/>>. Acesso em: 11/08/2025.

FAO (2020). The state of food and agriculture: overcoming water challenges in agriculture. Disponível em: <<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6e2d2772-5976-4671-9e2a-0b2ad87cb646/content>>. Acesso em: 19/07/2024.

FUSO NERINI et al. (2019). Synergy Solutions for Climate and SDG Action. Relatório das Nações Unidas. Disponível em: <https://sdgs.un.org/sites/default/files/2024-07/UN%20Synergy%20Solutions%20for%20Climate%20and%20SDG%20Action-3.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 19/08/2025

GARRIDO, A., BASTIDAS, L., MARTINEZ, F. (2012). Incorporating virtual water in water resources management. *Water Policy*, 14(4), 591–610.

GEOPOLITICAL MONITOR (2023). Disponível em: <<https://www.geopoliticalmonitor.com/water-wars-the-geopolitics-of-resource-conflict-in-the-middle-east/>>. Acesso em: 18/08/2025

GIACOMIN, George S; OHNUMA JR., A (2012). A Pegada Hídrica como Subsídio a Ações de Educação Ambiental. *Ambiente e Educação*, vol. 17(1).

GOVERNO DA PARAÍBA (2021). Governo intensifica ações no combate à crise hídrica em todas as regiões do Estado. Disponível em: <<https://paraiba.pb.gov.br/noticias/governo-intensifica-acoes-no-combate-a-crise-hidrica-em-todas-as-regioes-do-estado#:~:text=Na%20Para%C3%ADba%2C%20192%20munic%C3%ADpios%20foram,de%20vaz%C3%A3o%20e%20107%20instala%C3%A7%C3%B5es.>>. Acesso em 19/07/2024.

GUPTA, Joyeeta (2011). An essay on global water Governance and research challenges. Disponível em: <https://waterscience.org/images/docs/ihp/nl/2011.03.22/2011.12_Water_Governance.pdf#page=15>. Acesso em: 02/06/2024.

HAAS, Peter (1992). Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. *International Organization*, Vol. 46, No. 1, Knowledge, Power, and International Policy Coordination. The MIT Press, 1-35.

HOEKSTRA, A. Y. (2003). Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No. 12, The Netherlands.

HOEKSTRA, A. Y. (2016). The Water Footprint: An assessment of the water use of human diets. In M. M. Mekonnen & A. Y. Hoekstra (Eds.), *The water footprint of the modern consumer Society*. Routledge, 35-48.

HOEKSTRA, A. Y. (2017). Water Footprint Assessment: Evolvement of a New Research Field. In *Water Resour Manage* (2017) 31, 3061–3081.

HOEKSTRA, A.Y; SAVENIJE, H.H.G; CHAPGAINA.K. (2000) '*Water value flows: A case study on the Zambezi basin*'. Value of Water Research Report Series N. 2, IHE Delft, Holanda.

IBGE (2024). Censo Demográfico 2022: Características gerais dos domicílios e moradores. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12/08/2025.

INO COTTON GROW (2020). GRoW events in Stockholm at the World Water Week 2019. Disponível em: <<https://bmbf-grow.de/en/grow-events-stockholm-world-water-week-2019>>. Acesso em: 10/07/2025.

- INSTITUTO TRATA BRASIL (2024). Ranking do Saneamento. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 12/08/2025.
- IPEA (2023). 6. Água Potável e Saneamento. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html>>. Acesso em: 24/07/2025.
- KECK, Margaret E.; SIKKINK, Kathryn (1998). Activists beyond borders: advocacy networks in international politics. Ithaca: Cornell University Press. P. 12-13.
- KEOHANE, R. O. NYE, J. S. (1971). Transnational Relations and World Politics: An Introduction. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/364783/mod_resource/content/1/keohane-nye_1971.pdf>. Acesso em: 01/06/2024.
- KRASNER, Stephen D. (1982). Structural Causes and Regime Consequences: Regimes as Intervening Variables. International Organization, Vol. 36, No. 2, International Regimes. The MIT Press, 185-205.
- KRENAK, Ailton (2019). A água é um ser vivo [vídeo]. TEDxSãoPaulo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=elvs67xKv48>. Acesso em: 18/04/2024.
- LE BLANC, D. (2015). Towards integration at last? The Sustainable Development Goals as a network of targets. DESA Working Paper No. 141. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas. Disponível em: <https://www.un.org/esa/desa/papers/2015/wp141_2015.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 19/08/2025.
- LIVE SCIENCE (2025). Separate Dry Areas Around the World Are Merging Into ‘Mega-Drying’ Regions at an Alarming Rate. Disponível em: <<https://www.livescience.com/planet-earth/climate-change/like-a-creeping-mold-thats-spreading-across-the-landscape-separate-dry-areas-around-the-world-are-merging-into-mega-drying-regions-at-an-alarming-rate-study-finds>>. Acesso em: 11/08/2025.
- MOLDEN, D. (2007). Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan & IWMI.
- NAIDU, Sirisha. C. (2005). Heterogeneity and Common Pool Resources: Collective Management of Forests in Himachal Pradesh, India. Political Economy Research Institute. University of Massachusetts Amherst. 2005-8.
- NILSSON, M., GRIGGS, D., VISBECK, M. (2016). Map the interactions between Sustainable Development Goals. Nature, 534, 320–322.
- NILSSON, M., Griggs, D.; VISBECK, M. (2016). Mapeando as interações entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: lições aprendidas e caminhos a seguir. Sustainability Science, 11(4), 701-716. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-018-0604-z?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em 19/08/2025.
- ODS ONU. (2020). Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/ods/6/>. Acesso em: 17/04/2024.
- ONU (2016). Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Disponível em:

<https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/Brasil_Amigo_Pesso_Idosa/Agenda2030.pdf>. Acesso em: 03/06/2024.

ONU BRASIL (2011). Novo aplicativo da ONU para celular permite ao usuário calcular próprias pegadas de carbono. Disponível em:

<<https://brasil.un.org/pt-br/58517-novo-aplicativo-da-onu-para-celular-permite-ao-usu%C3%A1rio-calcular-pr%C3%B3prias-pegadas-de-carbono>>. Acesso em: 27/07/2025.

ONU BRASIL (2020). A ONU e o meio ambiente. Disponível em:

<<https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em: 27/07/2025.

OSTROM, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422.

PACTO GLOBAL (2023). Na Semana Mundial da Água, Pacto Global da ONU realiza encontro para discutir crise climática e cooperação pelos recursos hídricos. Disponível em:

<<https://www.pactoglobal.org.br/noticia/na-semana-mundial-da-agua-pacto-global-da-onu-realiza-encontro-para-discutir-crise-climatica-e-cooperacao-pelos-recursos-hidricos/#:~:text=O%20objetivo%20%C3%A9%20unir%20%C3%ADderes,de%20curto%20e%20longo%20prazo.>>>. Acesso em: 03/06/2024.

PFISTER, Stephan; BAYER, Patricia (2014). Monthly water stress: spatially and temporally explicit consumptive water footprint of global crop production. *Journal of Cleaner Production*, v. 73, p. 52–62.

PNUD (2024a). The SDGs in action. Disponível em:

<https://www.undp.org/sustainable-development-goals?gclid=CjwKCAjw__ihBhADEi wAXEazJiPMe7dP8x-M17XiaWIGUHHuoE5Cs1Y9TQTmyEPOBEmt1FsJxwnD9xoC-n8QAvD_BwE>. Acesso em: 03/06/2024.

PNUD (2024b). Water Governance: Enhancing the role and contribution of water governance to secure a water-wise world. Disponível em:

<<https://www.undp.org/nature/our-work-areas/water-governance>>. Acesso em: 02/06/2024.

PODER360 (2024).. Mais de 33 milhões de brasileiros vivem sem acesso à água potável. Disponível em:

<<https://www.poder360.com.br/pesquisas/mais-de-33-milhoes-de-brasileiros-vivem-sem-acesso-a-agua-potavel/>>. Acesso em: 12/08/2025.

PORTAL DE PREFEITURA (2024). Em 2024, 32 milhões de brasileiros não têm acesso à água potável e 90 milhões não têm esgoto. Disponível em:

<<https://portaldeprefeitura.com.br/brasil/em-2024-32-milhoes-de-brasileiros-nao-tem-acesso-a-agua-potavel-e-90-n/570319/>>. Acesso em: 12/08/2025.

PRADO, César de. Global multi-level governance:European and East Asian leadership.

Disponível em: <<https://collections.unu.edu/eserv/UNU:2480/pdf9789280811391.pdf>>. Acesso em: 02/06/2024.

PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMENTO – SNIS (2024). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2023. Brasília: Ministério das Cidades. Disponível em:

<<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 12/08/2025.

PROJETO ÁGUA SUSTENTÁVEL (2024). Água e saneamento no Brasil: desigualdades regionais e desafios. Disponível em:
<<https://www.aguasustentavel.org.br/conteudo/blog/238-aguaesaneamentonobrasil>>.
Acesso em: 12/08/2025.

ROSENAU, J. N. (2009). Governance Without Government: Order and Change in World Politics. Disponível em:
<<https://cil.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2019/08/j.-Governance-without-Government-Order-and-Change-in-World-Politics-pp-1-30.pdf>>. Acesso em: 01/06/2024.

RULLI, M. C., SAVIORI, A., D'ODORICO, P. (2016). Global land and water grabbing. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(3), 892–897.

SABIÁ, Rodolfo José, et. al. (2019). Contribuição da Pegada Hídrica de exportação para o gerenciamento dos recursos hídricos da região nordeste do Brasil, com ênfase no estado do Ceará. XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Santos-SP, 2-11.

SACHS, J., SCHMIDT-TRAUB, G., Kroll, C., DURAND-DELACRE, D., & TEKSOZ, K. (2019). Sustainable Development Report 2019. Cambridge University Press.

SILVERBRAND, Ian J. The history and potential future of israeli-palestinian water

SLAUGHTER, A.-M. (2004). The Real New World Order. Disponível em:
<<https://www.ir101.co.uk/wp-content/uploads/2017/11/slaughter-the-real-new-world-order.pdf>>. Acesso em: 01/06/2024.

THE GUARDIAN (2025). Droughts Worldwide Pushing Tens of Millions Towards Starvation. Disponível em:
<<https://www.theguardian.com/environment/2025/jul/02/droughts-worldwide-pushing-tens-millions-starvation-report>>. Acesso em: 11/08/2025.

TREW, Bel (2019). Ticking time bomb: The water crisis which threatens chances for peace in the Middle East. In: INDEPENDENT PREMIUM, Londres, 2019. Disponível em:<<https://www.independent.co.uk/news/world/middle-east/palestine-israel-conflict-gaza-west-bank-peace-plan-water-crisis-a8736866.html>>. Acesso em: 18/08/2025.

UN WATER (2021). Summary Progress Update 2021: SDG 6 - water and sanitation for all. Disponível em: <
<https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-all>>. Acesso em: 19/07/2024.

UN WATER (2025). Water Scarcity. Disponível em:
<<https://www.unwater.org/water-facts/scarcity/>>. Acesso em: 11/08/2025.

UNCSD - United Nations Conference on Sustainable Development (2012). Rio+20 Outcome Document – The Future We Want. UNEP, 2012. Disponível em:
<<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/12645>>. Acesso em: 14/08/2025.

UNEP (2012). The Future We Want - Documento final da Conferência Rio+20 (2012), parágrafos 119–124. Disponível em:
<https://www.un.org/waterforlifedecade/water_at_rio.shtml>. Acesso em: 11/08/2025.

UNESCO (2024). Water for Prosperity and Peace: 2024 United Nations World Water Development Report. Disponível em: <<https://www.unesco.org/reports/wwdr/en/2024>>. Acesso em: 18/04/2024.

UNESCO (2024). World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. Paris: UNESCO.

UNICEF (2021). Water Security for all. Disponível em: <<https://www.unicef.org/media/95241/file/water-security-for-all.pdf>>. Acesso em: 19/07/2024.

UNICEF (2023). 1 in 3 Children Globally Live in Areas with Severe Water Scarcity. Disponível em: <<https://www.unicef.org/press-releases/1-3-children-exposed-severe-water-scarcity-unicef>>. Acesso em: 11/08/2025.

UNITED NATIONS (1987). Relatório Brundtland (Our Common Future). Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>. Acesso em: 14/08/2025.

UNITED NATIONS (2025). Agenda 21: Capítulo 18 - Protection of the Quality and Supply of Freshwater Resources. Disponível em: <https://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_18.shtml>. Acesso em: 14/08/2025.

UNITED NATIONS (2025). The Sustainable Development Goals Report 2025. New York: United Nations.

VAN EVERA, Stephen (1997). Guide to methods for students of Political Science. Nova Iorque: Cornell University Press.

WATER FOOTPRINT NETWORK (2025). Aims and History. Disponível em: <<https://www.waterfootprint.org/about-us/aims-history/>>. Acesso em: 10/07/2025.

WATER-TECHNOLOGY (2012). Atatürk Dam, Turkey. Disponível em: <<https://www.water-technology.net/projects/ataturk-dam-anatolia-turkey/>>. Acesso em: 18/08/2025.

WILSON CENTER (2017). The 1967 Six-Day War. 2024. Disponível em: <<https://www.wilsoncenter.org/publication/the-1967-six-day-war>>. Acesso em: 18/08/2025.

WORLD BANK GROUP (2016). High and dry: climate change, water, and the economy. Washington, DC: World Bank, 2016. 55 p. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10986/23665>>. Acesso em: 27/07/2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO) (2024). State of Global Water Resources 2024. Geneva: WMO.

YOUNG, O. R. (2010). Institutional dynamics: Resilience, vulnerability and adaptation in environmental and resource regimes. Elsevier, Global Environmental Change, Vol. 20, No. 3, 378-385.

