




João Pessoa, v. 24 n. 57, set.- dez. 2025

Os impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos: desafios à implementação da ODS nº 6 na concretização da Agenda 2030

Sergio Alexandre de Moraes Braga Junior*

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

<https://orcid.org/0000-0001-8716-7468> 

Resumo: Este estudo tem como objetivo analisar os impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos, com foco nas regiões mais vulneráveis, como o Brasil e a América Latina. Além disso, busca discutir a aplicação da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) como abordagem sustentável para lidar com variações climáticas extremas, avaliar modelos de gestão hídrica (WEAP e WEEP) e propor políticas públicas de mitigação e adaptação. O estudo baseia-se em revisão bibliográfica de relatórios do IPCC, artigos científicos e legislações nacionais. Foram utilizados dados quantitativos e qualitativos para analisar projeções climáticas, modelos de gestão hídrica (WEAP e WEEP) e políticas públicas. A análise incluiu a avaliação de cenários futuros de disponibilidade hídrica e a relação entre erosão do solo e recursos hídricos. A proteção das águas no Brasil é um desafio crítico que envolve questões de gestão sustentável, equidade social e direitos humanos. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, da Agenda 2030, visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos, é uma diretriz essencial para enfrentar esses desafios. Este artigo analisa a situação atual da proteção dos recursos hídricos no Brasil, os obstáculos ao acesso universal à água potável e as políticas necessárias para promover a efetivação do ODS 6, destacando a importância da governança participativa e da integração entre setores. Conclui-se que os países em desenvolvimento, como o Brasil, são os mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas, especialmente devido à dependência de recursos naturais.

Palavras-chave: *Mudanças climáticas; Recursos hídricos; Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH); Modelos WEAP e WEEP; Vulnerabilidade climática*

* Doutor em Direito pela Universidade Federal de Pernambuco e em Ciências Sociais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: sergio.alexandre.junior@ufrn.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas

DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1678-2593.2025v24n57.72874>

Os impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos: desafios à implementação da ODS nº 6 na concretização da Agenda 2030

Sergio Alexandre de Moraes Braga Junior

1 INTRODUÇÃO

Os desafios das mudanças climáticas e a adaptação dos elementos naturais, dentre eles os recursos hídricos, são questões multissetoriais para o mundo, mas especialmente relevantes para as regiões mais vulneráveis e pobres das Américas Latina, África e Ásia, que estão mais ameaçadas. A Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) pode ser utilizada como uma abordagem sustentável para lidar com variações climáticas extremas em áreas vulneráveis. O desenvolvimento de ações apropriadas e o apoio à capacidade de adaptação são fatores-chave, de acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2009).

A Agenda 2030 trata-se de um plano de ação global adotado pelos Estados-Membros da ONU em 2015, composto por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O ODS 6 ("Água Potável e Saneamento"), tema deste trabalho, tem como meta garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos até 2030 (ONU, 2015).

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, estabelecido na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. No Brasil, a intersecção entre o ODS 6 e as mudanças climáticas é crítica, uma vez que o país enfrenta desafios significativos relacionados à escassez hídrica, poluição e desigualdade no acesso à água. Este artigo examina como as mudanças climáticas impactam a implementação do ODS 6 no Brasil, destacando as

vulnerabilidades e as oportunidades para promover a resiliência hídrica (ONU, 2015).

O ODS 6, deste modo, está intrinsecamente ligado a outros ODS, como o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), que trata das mudanças climáticas, e o ODS 15 (Vida Terrestre), que foca na proteção de ecossistemas, adequando-se à Teoria de Gaia, de James Lovelock (1987).

O relatório do “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC, 2001a, 2001b), referenciado pela OMM/WMO-PNUE/UNEP, indica uma situação inquietante quanto ao aumento da temperatura no planeta. Averiguando os efeitos naturais e antropogênicos no ajuste dos dados observados e simulados, a previsão é de que a temperatura global deverá aumentar, nos próximos 100 anos, entre 1,4 e 5,8°C, tendo a média de 1990 como referência. Percebeu-se também que a precipitação havia aumentado de 0,5 a 1,0% por década até o final do século XX, principalmente no hemisfério Norte. “Na região tropical, por sua vez, estabelecida entre 10° de latitude Norte até 10° de latitude Sul, esse incremento na precipitação foi de 0,2 a 0,3%” (IPCC, 2001a).

Webster et al. (2001), “utilizando métodos de avaliações probabilísticas da sensibilidade do modelo, concluíram que, ao nível de 95% de intervalo de confiança, esses valores seriam 0,9°C e 5,3°C”. Análises semelhantes realizadas por Wigley e Raper (2001) mostraram que, na ausência de políticas de limitação dos efeitos antrópicos para minimizar o aquecimento global, o aumento da temperatura global entre 1990 e 2100, com cerca de 90% de probabilidade, seria entre 1,7°C e 4,9°C.

Neste ínterim, o Relatório WGII – “Summary for Policymakers - Impacts, Adaptation and Vulnerability” do IPCC (2001b) “coloca em debate e avalia os possíveis impactos das mudanças climáticas globais nas diversas esferas, um deles é o ciclo hidrológico”. Entretanto, pode-se admitir que, nas regiões temperadas e tropicais (neste contexto, o Brasil), os recursos hídricos poderão enfrentar uma série de situações de risco nos próximos dez anos, que poderão ser de pequena ou larga

escala, relacionadas com secas e cheias.

O Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1997 e em vigor a partir de 2005, foi o primeiro acordo internacional vinculante que estabeleceu metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para países desenvolvidos. Seu objetivo principal era mitigar as mudanças climáticas, que têm impactos diretos sobre os recursos hídricos, como: alterações no ciclo hidrológico, com mudanças nos padrões de precipitação e aumento de eventos extremos (secas e inundações); evitar a redução da disponibilidade de água em regiões já vulneráveis além de reduzir a degradação da qualidade da água devido ao aumento da temperatura e da poluição.

O Protocolo de Quioto (1997) contribuiu para a criação de mecanismos de mercado, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que financiou projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento, muitos dos quais envolviam gestão sustentável de recursos hídricos.

Linden (2002), em seu relatório sobre a situação dos recursos hídricos, explica que atualmente observa-se um quadro crítico de crise de água, exacerbado pela pressão das mudanças climáticas, onde é visível o limiar do estresse nos recursos hídricos, no qual a medida comum a nível global é de 1000 m³/capita/ano. Esta medida indica que 24% da população mundial vive em áreas com escassez de água, 70% da água é usada para irrigação, 20% para indústria e 10% para uso doméstico.

Os desafios estruturais, como a falta de infraestrutura e a gestão ineficiente dos recursos hídricos, são obstáculos significativos para o acesso à água em regiões carentes, como o Nordeste. A escassez de investimentos públicos e privados também limita a capacidade de resposta a essas questões (IBGE, 2020). É necessário um esforço conjunto entre governo, setor privado e sociedade civil para superar esses desafios.

Deste modo, pode-se fazer uma projeção da disponibilidade de água com as mudanças climáticas ou mesmo sem elas, observando-se que a demanda de água cresce conforme o aumento da população. Este crescente incremento da demanda leva mais pessoas a viver em áreas sem este precioso recurso, conduzindo-as ao uso de água de baixa qualidade, colocando um desafio à salubridade e ao desenvolvimento sustentável (Linden, 2002).

De acordo com esta discussão sobre a disponibilidade dos recursos hídricos no quadro do impacto das mudanças climáticas, coloca-se, então, a refletir sobre: mudanças nas provisões (chuva, caudal e variabilidade climática), mudanças na demanda, na qualidade da água afetada e mudanças dos padrões sazonais de precipitação (mudanças na intensidade de precipitação e duração) (IPCC, 2001b).

Pelo menos 70% dos desastres que ocorrem no mundo estão diretamente associados às condições meteorológicas. Aliás, de acordo com previsões oficiais, mudanças climáticas contínuas resultarão em um aumento da frequência dessas situações. Num ambiente de aumento de variações climáticas, os países tropicais poderão esperar mudanças nas provisões de caudal, mudanças na qualidade da água e nos padrões sazonais de precipitação (IPCC, 2001b).

Este artigo explora a estrutura regulatória dos recursos hídricos no Brasil, suas interações com o ODS 6 e os impactos das mudanças climáticas.

O texto está organizado em cinco seções principais: (1) Introdução, que contextualiza os desafios das mudanças climáticas e a importância da GIRH; (2) Análise do Brasil, destacando os desequilíbrios regionais no uso da água e os modelos de pesquisa sobre erosão do solo; (3) Efeitos das mudanças climáticas, com foco nos impactos nos sistemas naturais e humanos; (4) Normatização nacional, abordando as políticas públicas e legislações brasileiras relacionadas às mudanças climáticas; e (5) Conclusão, que reforça a necessidade de estudos sobre vulnerabilidade e risco para subsidiar políticas públicas.

2 BRASIL

“O Brasil ainda enfrenta desafios significativos em relação ao acesso à água potável e ao saneamento básico”. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), cerca de 35 milhões de brasileiros não têm acesso à água tratada, e mais de 100 milhões carecem de serviços adequados de esgoto. As mudanças climáticas agravam essas desigualdades, afetando principalmente populações vulneráveis que dependem de fontes de água não tratadas.

A utilização da água depende das demandas, o que gera usos múltiplos dos recursos hídricos e poderá causar um desequilíbrio no planeta – a chamada guerra da água. As crises da água são constantes, mas muito localizadas, não sendo uma crise generalizada, mas em localidades específicas. Joaquim Gondim citou que o Brasil tem 12% dos recursos hídricos do planeta. O Brasil, em particular, não tem problemas de água, porém apresenta desequilíbrios regionais, e o maior consumo de água se dá pela irrigação (Gondim, 2007). No entanto, a gestão desses recursos enfrenta desafios significativos, exacerbados pelas mudanças climáticas e pela desigualdade no acesso à água. O ODS 6, que busca assegurar o acesso universal à água potável e ao saneamento, é essencial para guiar a regulação dos recursos hídricos no país (UN, 2015).

A poluição dos corpos hídricos é um dos principais desafios enfrentados no Brasil. A contaminação por produtos químicos, esgoto e resíduos sólidos compromete a qualidade da água e afeta a saúde pública (Cunha et al., 2021). A falta de infraestrutura de saneamento básico, especialmente em áreas urbanas e rurais, agrava essa situação, tornando a água imprópria para consumo. Problemas como a poluição dos corpos d'água, o desmatamento e a falta de infraestrutura de saneamento básico em diversas regiões do país dificultam o acesso à água de qualidade para todos (ONU, 2016). Portanto, é imperativo que

haja um fortalecimento das políticas públicas e um maior investimento em tecnologias e práticas que promovam a conservação e o uso sustentável da água.

A escassez hídrica é uma realidade em diversas regiões do Brasil, especialmente no Nordeste, onde secas prolongadas são comuns. “As mudanças climáticas intensificam essa situação, alterando padrões de precipitação e aumentando a frequência de eventos extremos, como secas e enchentes” (Marengo et al., 2017). Essa vulnerabilidade hídrica impõe a necessidade de uma gestão integrada e adaptativa dos recursos hídricos.

O PNACC, Decreto nº 7.390/2010, trata do enfrentamento de desafios regionais, quando reconhece as desigualdades regionais no acesso à água e propõe ações específicas tanto para o Semiárido brasileiro, no combate à desertificação e promoção de tecnologias de convivência com a seca., quanto nas regiões metropolitanas, na melhoria da gestão hídrica em áreas urbanas, com foco em redução de perdas e aumento da eficiência.

A desigualdade no acesso à água potável é um dos maiores desafios para a efetivação do ODS 6. Muitas comunidades, especialmente aquelas em áreas periféricas e rurais, não têm acesso a serviços de água e saneamento adequados. Segundo dados do IBGE (2020), cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não têm acesso à água tratada, o que representa uma violação do direito humano à água.

A elaboração das pesquisas reportou-se à subdivisão do processo erosivo em sulcos e entressulcos, de acordo com as características de fluxo e origem dos sedimentos, “desejando abordar, entre outras questões, a relação entre índices de expressão de estabilidade de agregados e erodibilidade dos solos, além de determinar taxas de desagregação e a tensão crítica de cisalhamento, variando o tipo de solo, as práticas de manejo e a cultura” (Albuquerque et al., 1998). A erosão do solo e sua inter-relação com os recursos hídricos geraram dois grandes modelos de pesquisa: o modelo WEAP e o modelo WEEP.

2.1 O modelo WEAP

O WEAP (Water Evaluation And Planning) é um modelo de gestão de recursos hídricos que tem como dados necessários a precipitação, temperatura, escoamento superficial, capacidade de armazenamento de água no solo e outros de caráter hídrico. Para além desses dados, o modelo pode oferecer a simulação da demanda de água, provisão da água, caudal hidrológico e a geração de poluição. Para a utilização deste modelo, são utilizados os seguintes dados: mapa digitalizado em ArcView, precipitação diária, dados dos caudais diários e mensais – os diários serão convertidos a partir da curva de vazão e os mensais através da média dos caudais diários (WEAP, 2009).

Para projeções dos cenários hidro-climatológicos, será usado o modelo WEAP. Com este modelo, indicar-se-á a vulnerabilidade através do risco da mudança climática, avaliando a suficiência da água, indicando a disponibilidade e o uso da água no futuro (WEAP, 2009).

2.2. O modelo WEEP

O modelo “Water Erosion Prediction Project” (WEEP) “utiliza essas definições, o que ampliou a aplicabilidade dos resultados em estudos de predição, que eram focalizados até então apenas na Equação Universal de Perda de Solo (USLE)” (Biscaia et al., 1981).

O modelo mais completo de estimativa de erosão de solos, desenvolvido recentemente, é o modelo WEPP (“Water Erosion Prediction Project”). Ele fundamenta-se em processos hidrológicos e erosivos, o que requer uma quantidade grandiosa de dados envolvidos nas simulações de um evento pluviométrico isolado ou de uma sucessão de eventos. “Conceitualmente, o modelo WEPP é composto de seis componentes: gerador de clima, componente hidrológico,

componente de crescimento de plantas, componente de solos, componente de erosão/deposição e componente de irrigação”. Os resultados gerados pelo modelo WEEP são a perda de água, expressa em mm, e perda de solos, expressa em ton.km/m². Este é o modelo utilizado nos institutos mais avançados do país atualmente (Barrêto et al., 2008).

3 EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

“Dentre as diversas manifestações da mudança global do planeta, destacam-se não somente o aquecimento global, mas também significativas alterações no clima pela maior frequência e intensidade de eventos extremos na forma de enchentes”, ondas de calor, secas, furacões e tempestades, etc. (IPCC, 2001b).

Estes impactos nos sistemas naturais e humanos demonstram, todavia, efeitos diferentes, de acordo com o respectivo nível de vulnerabilidade do sistema. Desta forma, os países em desenvolvimento são os mais vulneráveis a essas mudanças do clima, devendo ser duramente atingidos pelos seus efeitos adversos. No caso do Brasil, isso é reforçado pela sua economia fortemente dependente de recursos naturais diretamente ligados ao clima na agricultura, na geração de energia hidroelétrica, entre outros setores (IPCC, 2001b).

Para projetar cenários prováveis de mudanças no clima para o futuro, o IPCC tem adotado modelos matemáticos do sistema climático global, chamados de modelos climáticos globais. Esses modelos são considerados pela maioria da comunidade científica como o melhor instrumento, pois levam em conta de forma quantitativa (numérica) a conduta dos compartimentos climáticos (atmosfera, oceanos, criosfera, vegetação, solos, etc.) e suas interações, objetivando que se simulem prováveis cenários de evolução do clima para vários cenários de emissões dos gases de efeito estufa (IPCC, 2001a).

As mudanças climáticas podem prejudicar enormemente a nossa segurança hídrica, devido não só a variabilidade de

temperaturas, em todo o espaço nacional, bem como a intermitência de pluviosidade que afeta não só o abastecimento desde pequenas cidades(localidades) a grandes centros urbanos por todo o país.

Processos integrados nas várias políticas públicas, como a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNACC) buscam não só desenvolver a participação, mas também a conscientização/educação ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999) para os melhores usos e armazenamentos de água, prioritariamente para a dessedentação humana e animal (Braga Junior, 2020).

4 NORMATIZAÇÃO NACIONAL

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi estabelecida pela Lei nº 9.433/1997, que institui a gestão integrada e descentralizada das águas. Essa legislação introduziu conceitos como a gestão participativa e a outorga dos direitos de uso da água, fundamentais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos (MMA, 2019). A regulação é feita por meio de comitês de bacia hidrográfica, que promovem a participação de diversos atores sociais e econômicos.

A Lei nº 9.433/1997 institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), que visa articular as ações de diferentes níveis de governo e da sociedade civil na gestão das águas. Um dos princípios fundamentais dessa política é a gestão participativa, que busca envolver usuários, comunidades e gestores na tomada de decisões sobre o uso e a conservação dos recursos hídricos (Brasil, 1997).

Em 1º de julho de 1998, o então presidente Fernando Henrique Cardoso editou o Decreto Nº 2.652, promulgando a Convenção-

Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992 (Brasil, 1998).

A Agência Nacional de Águas - ANA, criada pela Lei nº 9.984/2000, é a entidade responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e tem um papel central na promoção do ODS 6 (MMA, 2019).

A ANA é responsável por regular o uso da água, promovendo a gestão integrada dos recursos hídricos em nível nacional. Suas principais funções incluem a outorga de direitos de uso da água, a elaboração de planos de bacia e a promoção da cobrança pelo uso da água. Esses instrumentos são fundamentais para garantir que o uso da água seja realizado de forma sustentável e que os interesses de diferentes usuários sejam equilibrados (ANA, 2020).

Outra função importante da ANA é o monitoramento da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos. Através do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), a ANA coleta e disponibiliza dados que são essenciais para a tomada de decisões e para a elaboração de políticas públicas eficazes (ANA, 2021). O acesso a informações precisas e atualizadas é crucial para a gestão sustentável da água.

Para garantir o acesso universal à água, é fundamental que as políticas públicas sejam integradas e que haja uma governança participativa. A criação de comitês de bacia hidrográfica e a promoção da participação da sociedade civil nas decisões sobre a gestão da água são essenciais para assegurar que as necessidades de todas as comunidades sejam atendidas (ANA, 2020). A articulação entre diferentes esferas de governo e setores da sociedade é vital para enfrentar os desafios da proteção das águas. A Agenda 2030 estabelece metas claras para garantir o acesso universal à água potável e ao saneamento. O ODS 6 propõe não apenas a disponibilidade de água, mas também a qualidade e a gestão sustentável dos recursos hídricos (UN, 2015). Para o Nordeste, em especial, isso significa implementar

políticas que considerem as especificidades regionais, como a escassez hídrica e as desigualdades sociais.

Os principais instrumentos de gestão incluem a outorga de direitos de uso, planos de bacia e a cobrança pelo uso da água. A outorga é um mecanismo que assegura que o uso da água seja realizado de forma sustentável, enquanto a cobrança incentiva a eficiência no uso dos recursos (Gleick, 2014). Os planos de bacia, por sua vez, são fundamentais para a elaboração de estratégias que consideram as características locais e as demandas dos usuários.

O presidente Luiz Inácio Lula da Silva, por sua vez, sancionou a lei que cria o Fundo Nacional sobre Mudanças Climáticas (Lei 12.014/09) (Brasil, 2009).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), por sua vez, foi publicada em 2010. Onde embora focada em resíduos, essa política tem implicações diretas na qualidade dos recursos hídricos, contribuindo para a proteção das águas.

O Código Florestal (Lei 12.651/2012), atualizado em 2012, trouxe mudanças significativas na proteção de recursos hídricos, como a definição de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a regulamentação do uso do solo, impactando diretamente a gestão hídrica. Onde o Parágrafo único do art.1º retrata, como objetivo o desenvolvimento sustentável, em seu inciso I:

I - afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos **recursos hídricos e da integridade do sistema climático**, para o bem estar das gerações presentes e futuras; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). (Grifos nossos).

E, em seu art. 3º, em seu inciso II a definição de Área de Preservação Permanente:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, **com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade**, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações

humanas; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). (Grifos nossos).

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNACC), foi relançado em 2017 e alterado em 2018, pelo Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018. O PNACC visa orientar ações de adaptação em diversos setores, incluindo recursos hídricos, reconhecendo a vulnerabilidade das regiões brasileiras às mudanças climáticas. O PNACC do Brasil, instituído pelo Decreto nº 7.390/2010, e recentemente alterado pelo Decreto nº 11.549, de 5 de junho de 2023, altera o Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018, que dispõe sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Ele é um instrumento fundamental para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, incluindo seus impactos nos recursos hídricos. O PNACC busca promover a adaptação e a resiliência dos sistemas naturais, humanos e produtivos, com foco em setores estratégicos, como o hídrico.

O PNACC integra a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) como uma estratégia central para adaptação. Isso inclui o planejamento hídrico, monitoramento e previsão pluviométrica além do uso eficiente da água.

O PNACC articula-se com outras políticas nacionais, como o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) e a própria Agenda 2030 e ODS 6.

O PNACC é um instrumento estratégico para enfrentar os impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos no Brasil. Ao integrar ações de adaptação, gestão sustentável e participação social, o plano busca garantir a segurança hídrica e a resiliência dos sistemas naturais e humanos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a redução das desigualdades regionais.

Essas políticas públicas e normativas refletem um esforço contínuo do Brasil para integrar a gestão de recursos hídricos com a

adaptação e mitigação das mudanças climáticas, promovendo um desenvolvimento sustentável e resiliente.

5 CONCLUSÃO

Os países no mundo em desenvolvimento são particularmente suscetíveis e instáveis diante das mudanças climáticas, enfrentando impactos significativos de seus efeitos negativos. Isso é evidente em nossa situação, pois nossa economia depende fortemente de recursos naturais intimamente ligados às condições climáticas, incluindo agricultura e geração de energia hidrelétrica. A dependência do Brasil desses recursos ressalta a necessidade urgente de analisar a vulnerabilidade e o risco examinando minuciosamente suas causas subjacentes, o que é essencial para informar políticas públicas voltadas à mitigação e adaptação.

A Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) pode ser utilizada como uma abordagem sustentável à gestão de recursos hídricos para lidar com variações climáticas extremas em áreas vulneráveis. O desenvolvimento de ações apropriadas e o apoio à capacidade de adaptação são fatores-chave, de acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2009).

A regulação dos recursos hídricos no Brasil é um componente essencial para a implementação do ODS 6 e para a adaptação às mudanças climáticas. O fortalecimento do marco legal, a promoção da participação social e a integração das políticas de água e saneamento são fundamentais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e o acesso equitativo à água potável. O compromisso coletivo de governos, sociedade civil e setor privado é crucial para enfrentar os desafios hídricos e climáticos, promovendo um futuro mais sustentável e justo.

A proteção das águas no Brasil e a concretização do ODS 6 são desafios interligados que exigem uma abordagem integrada e

participativa. A poluição, a escassez hídrica e a desigualdade no acesso à água são questões que precisam ser enfrentadas de forma urgente. Para garantir o acesso universal à água e apoiar a sustentabilidade dos recursos hídricos do país, é crucial implementar políticas públicas eficazes, melhorar a educação ambiental e investir em infraestrutura.

A concretização do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) no Brasil enfrenta obstáculos significativos, como a desigualdade no acesso à água potável, a poluição dos corpos hídricos e a escassez hídrica em regiões como o Nordeste. A falta de infraestrutura de saneamento básico e a gestão ineficiente dos recursos hídricos agravam esses desafios. Para superá-los, é essencial fortalecer políticas públicas, promover a governança participativa e integrar ações entre diferentes setores. A Agenda 2030 e o ODS 6 fornecem diretrizes importantes, mas sua efetivação depende de investimentos em tecnologias sustentáveis, educação ambiental e cooperação entre governo, setor privado e sociedade civil.

A regulação dos recursos hídricos no Brasil, por meio de instrumentos como o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNACC), é crucial para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. A integração de políticas públicas, como a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e o Código Florestal, é fundamental para promover a gestão sustentável da água e a proteção dos ecossistemas aquáticos. Além disso, a participação social e a governança colaborativa são essenciais para garantir que as necessidades das comunidades mais vulneráveis sejam atendidas. Somente com um esforço conjunto e uma abordagem integrada será possível alcançar a segurança hídrica e a sustentabilidade ambiental, alinhando-se aos objetivos da Agenda 2030 e do ODS 6.

Data de Submissão: 01/02/2025

Data de Aprovação: 13/11/2025

Processo de Avaliação: *double blind peer review*

Editora Geral: Hirdan Katarina de Medeiros Costa

Editor Convidado: Fernando Joaquim Ferreira Maia

Editora Convidada: Marilda Rosado de Sá Ribeiro

Assistente Editorial: Kyvia Celine Chevalley

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. W. et al. Parâmetros erosividade da chuva e da enxurrada correlacionados com as perdas de solo de um solo Bruno não-cálcico vértico em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 743-749, 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de Gestão 2020**. Brasília, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**. Disponível em: www.ana.gov.br. Acesso em: 10 fev. 2024.

BARRETTO, A. G. O. P. et al. Bibliometria, história e geografia da pesquisa brasileira em erosão acelerada do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, 2008.

BRAGA JÚNIOR, Sérgio Alexandre de Moraes. Jurisgaia: A questão ambiental e os limites de sua responsabilidade. **Revista Direito e Liberdade**, Natal, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2020. Disponível em: <https://www.revistadireitoeliberdade.com.br>. Acesso em: 10 out. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998**. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

BRASIL. **Lei nº 12.014, de 9 de dezembro de 2009**. Cria o Fundo Nacional sobre Mudanças Climáticas.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política

Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

CUNHA, A. M. et al. Impactos das mudanças climáticas na qualidade da água no Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 1, p. 1-15, 2021.

GLEICK, P. H. **Water Security: Solving the Global Water Crisis.** The Global Water Crisis, 2014.

GONDIM, J. **Recursos Hídricos no Brasil.** Disponível em: [link]. Acesso em: 10 dez. 2009.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD Contínua.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.

IPCC. **Climate Change and Land: An IPCC Special Report.** Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019.

IPCC. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability.** Working Group II. TAR: Summary for Policymakers. 2001.

LINDEN, P. V. D. **Water, Climate Change and Sustainable Development.** Hadley Centre, Met Office, UK, 2002.

LOVELOCK, James. **Gaia: Um novo olhar sobre a vida na Terra.** Tradução de Maria Helena Geordane. Lisboa: Edições 70, 1987.

MARENGO, J. A. et al. Climate change in Brazil: A review of impacts and adaptation strategies. **Brazilian Journal of Meteorology**, v. 32, n. 2, p. 215-227, 2017.

MMA. **Política Nacional de Recursos Hídricos: Avanços e Desafios.** Ministério do Meio Ambiente, 2019.

ONU. **Relatório sobre o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: Organização das Nações Unidas, 2016.

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das**

Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Adotado em Quioto, Japão, em 11 de dezembro de 1997. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpport.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

UN. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, 2015.

UN-WATER. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based Solutions for Water. United Nations, 2018.

WEAP. Water Evaluation And Planning System. Disponível em: <https://www.weap21.org/>. Acesso em: 12 dez. 2009. (weap21.org)

WEBSTER, M. D. et al. Uncertainty Analysis of Global Climate Change Projections. **MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change**, 2001.

WIGLEY, T. M. L.; RAPER, S. C. B. Interpretation of High Projections for Global-Mean Warming. **Science Magazine**, 2001.

Impacts of climate change on water resources: challenges to the implementation of SDG no. 6 in achieving the 2030 Agenda

Sergio Alexandre de Moraes Braga Junior

Abstract: This study examines the impacts of climate change on water resources, focusing on vulnerable regions such as Brasil and Latin America, Africa, and Asia. It aims to discuss the application of Integrated Water Resources Management (IWRM) as a sustainable approach to addressing extreme climate variations, evaluate water management models (WEAP and WEEP), and propose public policies for mitigation and adaptation. Based on a literature review of IPCC reports, scientific articles, and national legislation, the study uses quantitative and qualitative data to analyze climate projections, future water availability scenarios, and the relationship between soil erosion and water resources. The protection of water resources in Brazil is addressed as a critical challenge, involving sustainable management, social equity, and human rights. The Sustainable Development Goal (SDG) 6 of the 2030 Agenda is highlighted as an essential guideline to ensure water and sanitation for all. It is concluded that developing countries, such as Brazil, are highly vulnerable to the effects of climate change, requiring participatory governance and sectoral integration to implement public policies that promote water sustainability and the achievement of SDG 6.

Keywords: *Climate change; Water resources; Integrated Water Resources Management (IWRM); WEAP and WEEP models; Climate vulnerability.*

DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1678-2593.2025v24n57.72874>

Conteúdo sob licença *Creative Commons: Attribution-NonCommercial-NoDerivative 4.0 International* (CC BY-NC-ND 4.0)

