

GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS EM UM CONTEXTO DE VULNERABILIDADE HÍDRICA

ANTONIO GLAUBER DA SILVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI-UFCA

MARCUS VINICIUS DE OLIVEIRA BRASIL

JULIANA SIQUEIRA NERES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI-UFCA

Resumo

Em um cenário de mudanças climáticas, as condições de precipitação e temperatura estão se alterando, resultando em eventos climáticos extremos, como secas severas e inundações. A combinação de condições climáticas adversas e a pressão do crescimento populacional torna a gestão dos recursos hídricos ainda mais necessária, onde a água é um recurso escasso e precioso. Diante disso, como as mudanças climáticas afetam os padrões de precipitação, a evaporação e a disponibilidade de água? Este ensaio acadêmico busca compreender como a gestão dos recursos hídricos pode ser adaptada e aprimorada em face das mudanças climáticas. A gestão dos recursos hídricos é crucial para garantir que a água, um recurso vital, esteja disponível para todos os usos necessários, como abastecimento humano, agricultura e indústria. A dependência de fontes de água subterrânea, como lençóis freáticos, é alta, mas a extração excessiva e a poluição ameaçam a qualidade e a quantidade desse recurso (Brears, 2024; Kupa et al., 2024). A poluição e a contaminação podem comprometer a saúde pública e a biodiversidade, tornando a água imprópria para consumo e uso agrícola (Lima; Silva, 2020). As mudanças climáticas têm intensificado esses desafios, alterando os padrões de precipitação e aumentando a frequência de eventos extremos (Jun; Rind, 2024). Santos e Oliveira (2022) destacam que as mudanças climáticas alteram os padrões de precipitação e evaporação, resultando em eventos climáticos extremos, como secas severas e inundações. Essas mudanças podem afetar a disponibilidade de água em diversas regiões, especialmente nas que já enfrentam escassez hídrica. Os autores (2022) afirmam que as alterações climáticas podem agravar a situação de áreas vulneráveis, onde a demanda por água já é alta e os recursos hídricos são limitados. Isso pode levar a conflitos pelo uso da água e comprometer a segurança hídrica. Diante da crescente escassez de água e dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, é urgente a adoção de práticas que minimizem o desperdício e promovam a conservação da água. Isso inclui a implementação de tecnologias eficientes de irrigação na agricultura, a reutilização de água em processos industriais e a conscientização das comunidades sobre a importância do uso responsável da água. É essencial que essas práticas considerem as necessidades e realidades das comunidades locais, garantindo que as soluções sejam viáveis e adaptadas ao contexto específico. A educação ambiental e a participação da população são fundamentais para fomentar uma cultura de conservação e uso sustentável da água, assegurando que todos tenham acesso a esse recurso vital e contribuindo para a segurança hídrica a longo prazo. Esses pontos destacam a interconexão entre a gestão da água, a degradação ambiental e a saúde pública, enfatizando a necessidade de uma abordagem integrada e sustentável para enfrentar os desafios hídricos atuais. Essa revisão de literatura é fundamental na medida que envolve a compreensão de estudos anteriores e publicações relevantes sobre a gestão de recursos hídricos. E avança na identificação de lacunas do conhecimento existente, pois permite obter insights valiosos e

perspectivas teóricas sobre os desafios e soluções existentes, permitindo um entendimento melhor da questão hídrica. A gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos é essencial para garantir a segurança hídrica e a saúde pública. Os resultados indicam que essa gestão deve considerar de maneira holística os diversos usos da água, como abastecimento humano, agricultura e preservação de ecossistemas. Essa abordagem minimiza conflitos pelo uso da água e fomenta a colaboração entre diferentes setores e níveis de governo. Além disso, a gestão sustentável é crucial para assegurar que os recursos hídricos atendam às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações. Isso envolve práticas que reduzem o desperdício, promovem a conservação e garantem a qualidade da água, fundamental para a saúde pública. A segurança hídrica, que se refere à capacidade de uma sociedade de assegurar acesso a água suficiente e de boa qualidade para atender às necessidades humanas e ambientais, é um pilar essencial para alcançar essa segurança, especialmente em regiões vulneráveis a mudanças climáticas e pressões sobre os recursos hídricos. Em relação às políticas públicas, é necessário que sejam moldadas levando em consideração as especificidades locais e as práticas culturais das comunidades. É fundamental que essas políticas sejam adaptadas às condições particulares de cada região, considerando fatores como disponibilidade de água, características geográficas, socioeconômicas e culturais. Isso assegura que as soluções propostas sejam viáveis e eficazes. Além disso, as comunidades locais frequentemente possuem conhecimentos e práticas tradicionais que podem enriquecer a gestão sustentável dos recursos hídricos. As políticas devem reconhecer e integrar essas práticas, promovendo a participação comunitária no processo decisório, o que não apenas fortalece a gestão dos recursos, mas também empodera as comunidades e valoriza seu conhecimento. Para futuras pesquisas, é importante investigar a eficácia das tecnologias ambientais e a implementação de práticas de conservação da água. Pesquisas podem explorar como diferentes tecnologias, como sistemas de captação de água da chuva, tratamento de águas residuais e técnicas de irrigação eficiente, estão sendo implementadas e sua eficácia em contextos específicos. Estudos de caso podem analisar o impacto dessas tecnologias na conservação da água e na qualidade dos recursos hídricos. Além disso, é essencial investigar práticas de conservação da água que podem ser adotadas por comunidades e setores produtivos, focando em estratégias de educação e conscientização, incentivos econômicos para a conservação e a implementação de políticas que promovam o uso responsável da água. Em síntese, os achados enfatizam a relevância de uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, a necessidade de políticas públicas que respeitem as realidades locais e a importância de pesquisas futuras que aprofundem a análise de tecnologias e práticas de conservação da água. Essas iniciativas são fundamentais para garantir a segurança hídrica e a saúde pública em um cenário de crescente pressão sobre os recursos hídricos.

Palavras Chave

Recursos Hídricos., Gestão das Águas., Sustentabilidade.

Agradecimento a órgão de fomento

Agradeço à Universidade Federal do Cariri e ao Programa de Pós-Graduação em Administração.

GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS EM UM CONTEXTO DE VULNERABILIDADE HÍDRICA

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos é crucial para garantir que a água, um recurso vital, esteja disponível para todos os usos necessários, como abastecimento humano, agricultura e indústria (Brears, 2024). Em um cenário de mudanças climáticas, as condições de precipitação e temperatura estão se alterando, resultando em eventos climáticos extremos, como secas severas e inundações. Além disso, o crescimento populacional aumenta a demanda por água, exacerbando a pressão sobre os recursos hídricos (Ragab, 2022). Portanto, uma gestão eficaz é essencial para equilibrar a oferta e a demanda, garantindo que as necessidades atuais sejam atendidas sem comprometer as futuras gerações.

O Nordeste brasileiro é uma região caracterizada por sua vulnerabilidade hídrica, enfrentando longos períodos de seca e escassez de água (Santos *et al.*, 2024). As mudanças climáticas têm intensificado esses desafios, alterando os padrões de precipitação e aumentando a frequência de eventos extremos (Jun; Rind, 2024). A dependência de fontes de água subterrânea, como lençóis freáticos, é alta, mas a extração excessiva e a poluição ameaçam a qualidade e a quantidade desse recurso (Kupa *et al.*, 2024). A combinação de condições climáticas adversas e a pressão do crescimento populacional torna a gestão dos recursos hídricos ainda mais necessária, onde a água é um recurso escasso e precioso.

Portanto, é fundamental que as políticas de gestão da água sejam sensíveis às necessidades e realidades das comunidades locais, promovendo a participação da população e a colaboração entre diferentes setores e níveis de governo. Somente assim será possível garantir a disponibilidade e a qualidade da água, assegurando que as necessidades atuais sejam atendidas sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias demandas. A adoção de práticas sustentáveis e a implementação de estratégias eficazes são essenciais para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir um futuro hídrico mais seguro e sustentável para a região.

Diante disso, como as mudanças climáticas afetam os padrões de precipitação, a evaporação e a disponibilidade de água? Este ensaio acadêmico busca compreender como a gestão dos recursos hídricos pode ser adaptada e aprimorada em face das mudanças climáticas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E DISCUSSÃO

O conceito de sustentabilidade é central para as discussões que fundamentam a perspectiva socioambiental no âmbito do desenvolvimento. A sustentabilidade é vista como um equilíbrio entre crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental (Medeiros; Ferreira, 2021). Por outro lado, os autores (2021) acrescentam que as tecnologias ambientais são definidas como inovações que visam minimizar os impactos negativos das atividades humanas no meio ambiente. Isso inclui tecnologias para tratamento de resíduos, gestão de recursos hídricos, energias renováveis, entre outras.

Coadunando com estes conceitos e tratando especificamente sobre a gestão recursos hídricos, Lima e Silva (2020) pontuam que a gestão sustentável visa garantir que os recursos hídricos sejam utilizados de maneira a atender às necessidades atuais da população, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades. Isso implica em práticas que minimizem o desperdício e promovam a conservação da água. Neste contexto, os autores (2020) enfatizam que a gestão sustentável dos recursos hídricos exige uma abordagem integrada que considere diversos fatores: em primeiro lugar é importante considerar a qualidade da água, não basta apenas garantir que haja água disponível; é crucial que essa água

seja de boa qualidade. A poluição e a contaminação podem comprometer a saúde pública e a biodiversidade, tornando a água imprópria para consumo e uso agrícola (LIMA; SILVA, 2020).

É importante considerar que os ecossistemas aquáticos, como rios, lagos e aquíferos, desempenham papéis vitais na manutenção da biodiversidade e na regulação do ciclo hidrológico. A gestão deve garantir que esses ecossistemas sejam protegidos e restaurados, pois eles influenciam diretamente a qualidade e a quantidade de água disponível. Nesta linha, os autores ratificam que as políticas devem ser sensíveis às necessidades e realidades das comunidades que dependem dos recursos hídricos. Isso inclui considerar as práticas culturais, as necessidades de abastecimento e as atividades econômicas locais.

A gestão da água não pode ser vista isoladamente. A agricultura, a indústria e o abastecimento urbano devem trabalhar juntos para garantir que as demandas de cada setor sejam atendidas de forma sustentável. Por exemplo, práticas agrícolas que economizam água podem beneficiar tanto os agricultores quanto às comunidades urbanas que dependem de água potável (LIMA; SILVA, 2020).

Santos e Oliveira (2022) destacam que as mudanças climáticas alteram os padrões de precipitação e evaporação, resultando em eventos climáticos extremos, como secas severas e inundações. Essas mudanças podem afetar a disponibilidade de água em diversas regiões, especialmente nas que já enfrentam escassez hídrica. Os autores (2022) afirmam que as alterações climáticas podem agravar a situação de áreas vulneráveis, onde a demanda por água já é alta e os recursos hídricos são limitados. Isso pode levar a conflitos pelo uso da água e comprometer a segurança hídrica.

Neste sentido, a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) é apresentada como uma estratégia que considera a interdependência entre diferentes usos da água, como abastecimento humano, agricultura, indústria e ecossistemas. Essa abordagem busca uma gestão colaborativa que envolva diversos setores e níveis de governo (Santos; Oliveira, 2022).

O lençol freático é a camada de água subterrânea que se encontra acima de rochas impermeáveis. Quando muitos poços são perfurados e a água é extraída em grandes quantidades, o nível do lençol freático pode cair. Isso significa que há menos água disponível no solo, o que pode afetar a disponibilidade de água para consumo humano, agricultura e ecossistemas locais. Em áreas costeiras ou em regiões onde a água doce é extraída em excesso, a pressão do lençol freático pode ser reduzida, permitindo que a água salgada do mar ou de aquíferos adjacentes entre no aquífero de água doce. Esse fenômeno é conhecido como intrusão salina e pode comprometer a qualidade da água, tornando-a imprópria para consumo e uso agrícola (SILVA; COSTA, 2022).

Girol (2008) afirma que mananciais são locais que fornecem água para o abastecimento público estes locais podem ser de uma fonte subterrânea ou superficial, essa fonte deve ser suficiente para atender uma determinada demanda de projeto. As obras de captação são aquelas realizadas com o intuito de recolher água natural proveniente de cursos de água/albufeira/mar (águas superficiais) ou reservas subterrâneas (águas subterrâneas).

Uma terceira alternativa poderá também ser utilizada e que consiste no aproveitamento das águas pluviais, as quais podem ser recolhidas em telhados e/ou superfícies preparadas para o efeito e posteriormente encaminhadas para cisternas/reservatórios destinados ao abastecimento de pequenas comunidades. Os mananciais têm como premissa fornecer uma água com qualidade adequada do ponto de vista sanitário e que dê vazão suficiente para atender a demanda de água projetada. Itens como volume de água, condições sanitárias, distância da área de consumo e localização dos sistemas de captação são essenciais para o planejamento no manejo do manancial (GIROL, 2008).

Mananciais subterrâneos, possuem como características a filtragem natural que ocorre pelo subsolo acabam sem a necessidade de tratamentos mais complexos. Estas águas geralmente são auto renováveis, sendo que o principal fator de perigo para sua qualidade é a

influência humana através da destruição da vegetação que afeta diretamente a qualidade do recurso hídrico.

Para que a rede tenha bom rendimento e seja melhor projetada, com redução de gastos e bons níveis de segurança é aconselhável que sejam realizadas investigações com testes em laboratórios para averiguar a potabilidade da água (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991).

A captação é o termo que define o conjunto de itens construídos para retirar a água dos reservatórios subterrâneos ou superficiais que são destinados ao abastecimento da população demandada. É primordial que se faça uma análise detalhada de itens como as condições dos locais de captação, dos custos que podem gerar desapropriações, construções e equipamentos necessários para recalcar a água dos reservatórios (AZEVEDO NETTO, 1998).

A captação de água bruta em mananciais é uma atividade regulamentada e legal. É regida por Lei e depende da outorga de direito de uso concedida por órgão público responsável seja na esfera estadual ou federal. No uso de recursos hídricos de domínio da União, as outorgas de direito de uso são de competência da Agência Nacional de Águas (ANA), como previsto na Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 (TARSO; PIMENTEL, 2009).

O Nordeste brasileiro enfrenta um clima semiárido, resultando em secas prolongadas e escassez de água. A gestão eficiente dos recursos hídricos é crucial para a sobrevivência das comunidades e o desenvolvimento econômico da região. A falta de infraestrutura adequada e a degradação ambiental, juntamente com o crescimento populacional e a urbanização, aumentam a pressão sobre os recursos hídricos (CAVALCANTE; ALMEIDA, 2023).

A extração excessiva de água pode também aumentar a concentração de poluentes na água subterrânea. Isso pode ocorrer devido à infiltração de contaminantes de superfícies adjacentes, como produtos químicos agrícolas, esgoto ou resíduos industriais, que podem ser puxados para o aquífero à medida que o nível da água diminui. A contaminação da água subterrânea representa riscos significativos à saúde pública e ao meio ambiente. Esses impactos ressaltam a importância de uma gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em regiões vulneráveis, onde a dependência de água subterrânea é alta e as pressões sobre esse recurso estão aumentando.

Geralmente, os parâmetros indicados para análise da qualidade da água de poços, são: condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, salinidade, temperatura, pH, alcalinidade total, bicarbonato, cálcio, carbonato, cloreto, cor aparente, dureza total, ferro total, magnésio, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, potássio, sódio, sulfato, turbidez, coliformes totais, *Escherichia coli*. Sugere-se os seguintes elementos: berílio, boro, cobalto, lítio, molibdênio, prata, vanádio, antimônio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianeto, cobre, cromo, fluoreto, mercúrio, níquel, selênio, urânio, alumínio, manganês e zinco (COGERH, 2015).

A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) é fundamental para evitar conflitos pelo uso da água e garantir a segurança hídrica. Essa abordagem reconhece que a água é um recurso limitado e que suas diversas utilizações — como abastecimento humano, agricultura, indústria e preservação de ecossistemas — estão interligadas. Ao promover a colaboração entre diferentes setores e níveis de governo, a GIRH busca equilibrar as demandas concorrentes, minimizando disputas e promovendo um uso mais eficiente e sustentável da água. Além disso, a gestão integrada permite uma visão holística que considera as variáveis sociais, econômicas e ambientais, contribuindo para a resiliência das comunidades frente a crises hídricas e mudanças climáticas.

A degradação ambiental e a urbanização acelerada têm um impacto direto na disponibilidade de água, especialmente em regiões vulneráveis. A urbanização muitas vezes resulta em impermeabilização do solo, o que reduz a capacidade de infiltração da água e aumenta o escoamento superficial, levando à poluição dos corpos d'água. Além disso, a degradação de ecossistemas aquáticos, como rios e lagos, compromete a qualidade da água e a biodiversidade. Essa combinação de fatores contribui para a escassez de água, que, por sua vez,

representa riscos significativos à saúde pública, como a contaminação da água potável e a propagação de doenças. A falta de água de qualidade pode afetar a segurança alimentar e a saúde das comunidades, criando um ciclo vicioso de degradação e vulnerabilidade.

Diante da crescente escassez de água e dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, é urgente a adoção de práticas que minimizem o desperdício e promovam a conservação da água. Isso inclui a implementação de tecnologias eficientes de irrigação na agricultura, a reutilização de água em processos industriais e a conscientização das comunidades sobre a importância do uso responsável da água. É essencial que essas práticas considerem as necessidades e realidades das comunidades locais, garantindo que as soluções sejam viáveis e adaptadas ao contexto específico.

A educação ambiental e a participação da população são fundamentais para fomentar uma cultura de conservação e uso sustentável da água, assegurando que todos tenham acesso a esse recurso vital e contribuindo para a segurança hídrica a longo prazo. Esses pontos destacam a interconexão entre a gestão da água, a degradação ambiental e a saúde pública, enfatizando a necessidade de uma abordagem integrada e sustentável para enfrentar os desafios hídricos atuais.

Essa revisão de literatura é fundamental na medida que envolve a compreensão de estudos anteriores e publicações relevantes sobre a gestão de recursos hídricos. E avança na identificação de lacunas do conhecimento existente, pois permite obter insights valiosos e perspectivas teóricas sobre os desafios e soluções existentes, permitindo um entendimento melhor da questão hídrica.

4 CONCLUSÃO

A gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos é essencial para garantir a segurança hídrica e a saúde pública. Os resultados indicam que essa gestão deve considerar de maneira holística os diversos usos da água, como abastecimento humano, agricultura e preservação de ecossistemas. Essa abordagem minimiza conflitos pelo uso da água e fomenta a colaboração entre diferentes setores e níveis de governo. Além disso, a gestão sustentável é crucial para assegurar que os recursos hídricos atendam às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações. Isso envolve práticas que reduzem o desperdício, promovem a conservação e garantem a qualidade da água, fundamental para a saúde pública.

A segurança hídrica, que se refere à capacidade de uma sociedade de assegurar acesso a água suficiente e de boa qualidade para atender às necessidades humanas e ambientais, é um pilar essencial para alcançar essa segurança, especialmente em regiões vulneráveis a mudanças climáticas e pressões sobre os recursos hídricos.

Em relação às políticas públicas, é necessário que sejam moldadas levando em consideração as especificidades locais e as práticas culturais das comunidades. É fundamental que essas políticas sejam adaptadas às condições particulares de cada região, considerando fatores como disponibilidade de água, características geográficas, socioeconômicas e culturais. Isso assegura que as soluções propostas sejam viáveis e eficazes. Além disso, as comunidades locais frequentemente possuem conhecimentos e práticas tradicionais que podem enriquecer a gestão sustentável dos recursos hídricos. As políticas devem reconhecer e integrar essas práticas, promovendo a participação comunitária no processo decisório, o que não apenas fortalece a gestão dos recursos, mas também empodera as comunidades e valoriza seu conhecimento.

Para futuras pesquisas, é importante investigar a eficácia das tecnologias ambientais e a implementação de práticas de conservação da água. Pesquisas podem explorar como diferentes tecnologias, como sistemas de captação de água da chuva, tratamento de águas residuais e

técnicas de irrigação eficiente, estão sendo implementadas e sua eficácia em contextos específicos. Estudos de caso podem analisar o impacto dessas tecnologias na conservação da água e na qualidade dos recursos hídricos.

Além disso, é essencial investigar práticas de conservação da água que podem ser adotadas por comunidades e setores produtivos, focando em estratégias de educação e conscientização, incentivos econômicos para a conservação e a implementação de políticas que promovam o uso responsável da água.

Em síntese, os achados enfatizam a relevância de uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, a necessidade de políticas públicas que respeitem as realidades locais e a importância de pesquisas futuras que aprofundem a análise de tecnologias e práticas de conservação da água. Essas iniciativas são fundamentais para garantir a segurança hídrica e a saúde pública em um cenário de crescente pressão sobre os recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1998. 680 p.

CAVALCANTE, A. F.; ALMEIDA, R. M. Desafios da gestão sustentável da água em regiões semiáridas: o caso do nordeste brasileiro. **Revista de Estudos Ambientais**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 25-40, 2023.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Boletins de monitoramento de poços**. 2023. Disponível em: <<https://portal.cogerh.com.br/boletins-de-monitoramento-de-pocos-com-datalogger/>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Monitoramento de águas subterrâneas, Ceará**. Disponível em: <<https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2020/12/Apresentacao-Monitoramento-de-Aguas-Subterraneas-Ceara.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

ESEOGHENE, K.; UWAGA, M.; ADANMA, E.; EMMANUEL, O.; OGUNBIYI, N.; SOLOMON, N. Groundwater quality and agricultural contamination: A multidisciplinary assessment of risk and mitigation strategies. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 22, n. 2, p. 1772–1784, 2024. DOI: 10.30574/wjarr.2024.22.2.1607.

GIROL, G. V. **Análise de perdas reais em um setor do sistema de abastecimento de água no município de capinzal – SC**. 2008. Monografia (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Capinzal, 2008.

JUN, T.; RIND, D. Increasing contribution of the atmospheric vertical motion to precipitation in a warming climate. **Research Square**, 2024. DOI: 10.21203/rs.3.rs-3962871/v1.

LIMA, A. F.; SILVA, A. M. Gestão sustentável dos recursos hídricos: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 25, n. 1, p. 1-12, 2020.

MEDEIROS, M. A.; FERREIRA, A. F. Tecnologias ambientais e sustentabilidade: uma análise das práticas no Brasil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 45-60, 2021.

RAGAB, R. **The global challenges facing the water resources and irrigation sector**. 2022.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de Água**: tecnologia atualizada. 1. ed. São Paulo: Blucher, 1991.

ROBERT, C.; BREARS, M. **Water Resources Management**. Berlin: De Gruyter, 2024.

SANTOS, J. A.; OLIVEIRA, L. C. A importância da gestão integrada dos recursos hídricos em cenários de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Rio de Janeiro, v. 28, p. 1-15, 2022.

SILVA, C. R. M.; COSTA, F. A. Qualidade da água e sustentabilidade: uma abordagem multidisciplinar. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, Recife, v. 12, n. 3, p. 100-115, 2022.

TARSO, S.; PIMENTEL, H. **Macromedicação**. Departamento de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da UFPB. 3. ed. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2009.