

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO BAIXO PARAÍBA DO SUL E ITABAPOANA: PANORAMA E PERSPECTIVAS PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Nilson Coutinho Gomes Néto¹; André Ferreira Rodrigues²

Resumo: Diante da crescente demanda por água, da degradação dos ecossistemas e dos efeitos das mudanças climáticas, este estudo analisa o potencial das Soluções baseadas na Natureza (SbN) para promover a segurança hídrica na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH IX), no Estado do Rio de Janeiro. A pesquisa adotou o método de estudo de caso, fundamentado em pesquisa bibliográfica, análise documental, observação participante e observação de campo. Foram identificadas e analisadas iniciativas que envolvem o uso de SbN, tais como conservação florestal, restauração ecológica, manejo de agroecossistemas, *wetlands* construídos, entre outras. Os resultados indicam que, embora promissoras, essas soluções ainda são aplicadas de forma limitada na região e enfrentam desafios como a ausência de monitoramento, fragilidade financeira e baixa articulação institucional. Os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) cumprem papel estratégico na viabilização dessas iniciativas, cuja efetividade depende da ampliação da escala de implementação, do fortalecimento das políticas públicas e da articulação interinstitucional. Conclui-se que as SbN devem ser incorporadas como parte integrante da gestão de bacias hidrográficas, contribuindo para a provisão de serviços ecossistêmicos, a segurança hídrica e o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6).

Palavras-Chave: Serviços ecossistêmicos; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Abstract: In light of increasing water demand, ecosystem degradation, and the impacts of climate change, this study examines the potential of Nature-Based Solutions (NbS) to enhance water security in the Lower Paraíba do Sul and Itabapoana River Basin (RH IX), in the state of Rio de Janeiro, Brazil. A case study approach was adopted, grounded in bibliographic research, document analysis, participant observation, and field observation. Various NbS initiatives were identified and analyzed, including forest conservation, ecological restoration, agroecosystem management, and constructed wetlands. The findings indicate that, although promising, these solutions are still implemented on a limited scale in the region and face challenges such as lack of monitoring, financial constraints, and weak institutional coordination. Payments for Ecosystem Services (PES) play a strategic role in enabling these initiatives; however, their effectiveness depends on scaling up implementation, strengthening public policies, and improving interinstitutional coordination. The study concludes that NbS should be integrated into watershed management as essential tools for ecosystem service provision, water security, and the achievement of Sustainable Development Goal 6 (SDG 6).

1) Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Av. Antônio Carlos, 6627 – Belo Horizonte/MG – CEP: 31270-901. E-mail: nilsoncoutinho20@yahoo.com.br

2) Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Av. Antônio Carlos, 6627 – Belo Horizonte/MG – CEP: 31270-901. E-mail: afrodrigues@ehr.ufmg.br

Keywords: Ecosystem services; Sustainable Development Goals (SDGs); Paraíba do Sul river basin.

INTRODUÇÃO

O agravamento da crise hídrica em diferentes regiões do mundo tem sido associado, cada vez mais, à ineficiência na gestão dos recursos hídricos, mais do que à escassez ou ao estresse hídrico (Tundisi, 2008). Em um cenário de mudanças climáticas e eventos hidroclimáticos extremos cada vez mais frequentes, torna-se urgente adotar estratégias que conciliem a conservação dos ecossistemas com o uso sustentável da água.

Nesse contexto, as Soluções baseadas na Natureza (SbN) têm se destacado como uma abordagem promissora para enfrentar desafios socioambientais, como a insegurança hídrica, a degradação dos solos e a perda de biodiversidade. No campo da gestão de recursos hídricos, as SbN emergem como alternativas resilientes e adaptativas, capazes de oferecer serviços ecossistêmicos essenciais para a segurança hídrica de bacias hidrográficas (WWAP/UN-WATER, 2018).

Inspiradas nos processos ecológicos, as SbN abrangem um conjunto de medidas como conservação florestal, restauração ecológica, agricultura sustentável, *wetlands* construídos, entre outras, aliando benefícios ambientais, sociais e econômicos (Cohen-Shacham *et al.*, 2016; Raymond *et al.*, 2017). Essas soluções são reconhecidas por sua contribuição ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente o ODS 6, que trata da gestão sustentável da água e saneamento (Gomes Néto *et al.*, 2020). Além disso, se alinham à proposta de Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), promovendo o uso coordenado da terra, da água e dos ecossistemas associados (Agarwal *et al.*, 2000).

Na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH IX), no Estado do Rio de Janeiro, os impactos das mudanças climáticas e a redução das vazões dos rios indicam a necessidade de repensar as estratégias de gestão. Projeções regionais apontam para o aumento da variabilidade climática, com períodos mais longos de seca e maior risco de inundações (Marengo; Alves, 2005; Silva; Dereczynski, 2014).

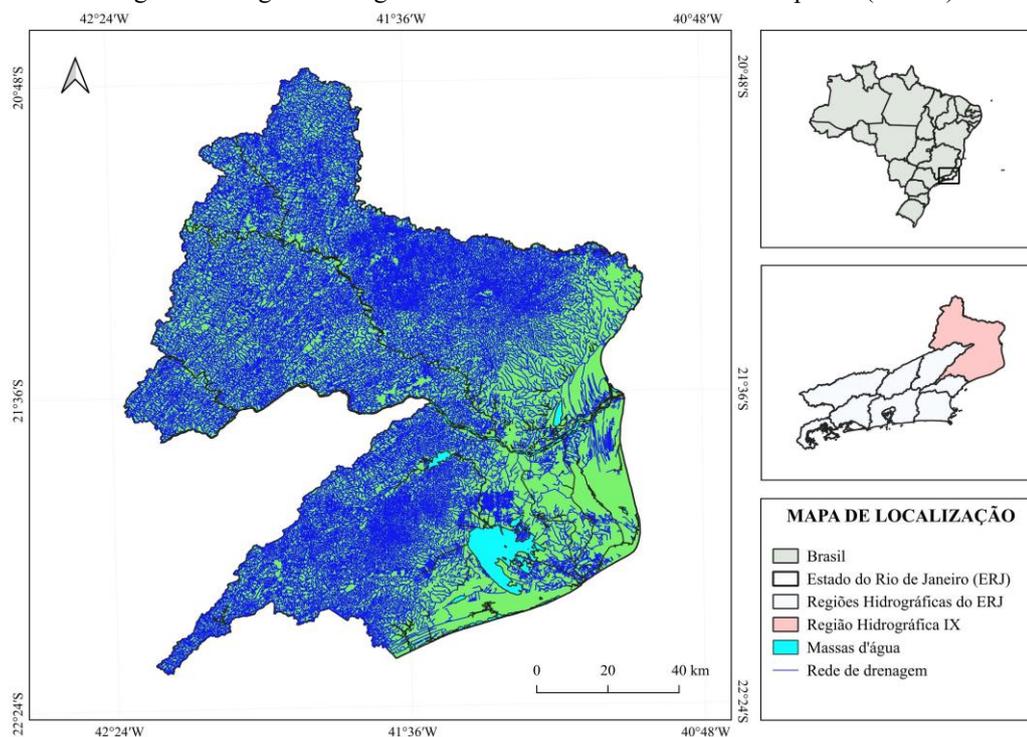
Considerando a relevância estratégica da RH IX para o abastecimento das regiões Norte e Noroeste Fluminense, este estudo tem como objetivo analisar o potencial das Soluções baseadas na Natureza para contribuir com a revitalização das bacias hidrográficas e promover a segurança hídrica regional. A partir da sistematização de experiências já implementadas, busca-se gerar subsídios que fortaleçam a gestão integrada dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A RH IX constitui a maior unidade de planejamento hídrico do Estado do Rio de Janeiro em extensão territorial, abrangendo 22 municípios situados nas regiões Norte e Noroeste Fluminense (Figura 1), com uma área total de aproximadamente 13.466,9 km² (INEA, 2018). A área corresponde à porção final do curso principal do rio Paraíba do Sul, recebendo os efluentes gerados ao longo de toda a bacia hidrográfica. A RH IX também inclui importantes cursos d'água de domínio federal, como os rios Pomba e Muriaé, além de sistemas lagunares, áreas alagáveis e uma extensa rede de canais artificiais com cerca de 1.300 km de extensão (Totti; Soffiati, 2014).

Figura 1 – Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH IX)



Trata-se de uma região de elevada complexidade ambiental, social e econômica, marcada por conflitos socioambientais históricos e crescente vulnerabilidade frente aos impactos das mudanças climáticas. Entre os principais desafios enfrentados estão: a escassez hídrica, a degradação de ecossistemas, o assoreamento de canais, a poluição das águas, a intrusão salina em áreas estuarinas e a recorrência de eventos extremos, como secas prolongadas e inundações severas. A predominância de intervenções baseadas em infraestrutura cinza, aliada à carência de saneamento básico, reforça a necessidade de estratégias sustentáveis que assegurem a disponibilidade qualiquantitativa da água.

Levantamento de dados

Este estudo adotou a Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana como unidade de análise para a aplicação de um estudo de caso (Yin, 2015). A pesquisa foi desenvolvida entre os anos de 2022 e 2024, com a construção da base de dados fundamentada em uma abordagem qualitativa, por meio do uso integrado de diferentes técnicas metodológicas: pesquisa bibliográfica (Lima; Miotto, 2007), análise documental (Ahmed, 2010), observação participante (Combessie, 2004; Creswell, 2009) e observação de campo (Mack, 2005).

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio da plataforma de periódicos da CAPES, com ênfase na literatura científica nacional e internacional sobre gestão de recursos hídricos, Sbn e serviços ecossistêmicos. Complementarmente, foram consultadas legislações brasileiras, além de documentos temáticos produzidos pela ONU que tratam da interface entre Sbn, ODS e gestão de recursos hídricos, os quais foram incorporados ao arcabouço conceitual da pesquisa.

No caso da análise documental, foram examinados relatórios técnicos e outros documentos oficiais produzidos e publicados como dados públicos, disponíveis para acesso aberto nos portais do Instituto Estadual do Ambiente – INEA (<http://www.inea.rj.gov.br>) e do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP (<https://www.ceivap.org.br/>). Esses registros

forneceram informações fundamentais sobre o escopo, os objetivos, os financiamentos, as áreas de intervenção, os beneficiários diretos e os resultados esperados das iniciativas identificadas no território em estudo.

A etapa de observação participante compreendeu a atuação do autor principal em reuniões, fóruns institucionais e grupos de trabalho vinculados à agenda de segurança hídrica e SbN, tanto no âmbito do Comitê da Bacia Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (CBH-BPSI), quanto na Câmara Técnica de Infraestrutura Verde (CTIV) do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (CERHI-RJ). Essa inserção proporcionou uma compreensão aprofundada dos processos decisórios e das dinâmicas político-institucionais envolvidas na adoção das SbN na região, incluindo aspectos como articulações interinstitucionais, conflitos de interesse e estratégias adotadas para viabilizar as iniciativas.

A observação de campo foi realizada por meio de incursões sistemáticas *in loco* nos municípios de Italva, Cambuci, Varre-Sai, Porciúncula, Carapebus, Campos dos Goytacazes, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana. As visitas técnicas incluíram anotações, registros fotográficos, conversas informais, reuniões e discussões com atores-chave envolvidos na concepção e/ou implementação das iniciativas. Essa etapa permitiu não apenas registrar o estágio de implantação das soluções e as práticas de manejo adotadas, como também sistematizar informações ainda não documentadas em relatórios técnicos ou publicações acadêmicas.

A triangulação entre essas diferentes abordagens metodológicas sustentou uma análise crítica sobre os fatores de sucesso, as barreiras e as oportunidades associadas à adoção das SbN na RH IX. As evidências empíricas coletadas foram decisivas para embasar as recomendações apresentadas neste estudo, cujos resultados foram discutidos com base em um referencial teórico, ampliando tanto a robustez metodológica quanto a aplicabilidade prática da pesquisa.

Para os fins deste estudo, considerou-se como iniciativa toda ação, projeto ou programa que envolva o uso de SbN com o objetivo de manter, reabilitar e/ou ampliar a provisão de serviços ecossistêmicos relacionados aos recursos hídricos. Com base nesse referencial, foram formuladas as seguintes questões norteadoras: i) Quais são as iniciativas com SbN existentes nas bacias hidrográficas da RH IX?; ii) Quais são as possibilidades para o desenvolvimento de SbN na RH IX?; e iii) Quais recomendações podem ser propostas para a gestão dos recursos hídricos na RH IX a partir do enfoque em SbN?

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise evidenciou a existência de iniciativas que incorporam SbN na RH IX. Essas iniciativas foram caracterizadas individualmente com base em suas trajetórias de concepção e/ou implementação, com o objetivo de identificar os desafios específicos que motivaram a adoção das SbN. A análise integrada considerou os fatores de sucesso, as principais barreiras enfrentadas e formulou recomendações voltadas à promoção da segurança hídrica por meio do uso estratégico de SbN.

Foram analisadas medidas como conservação florestal, restauração ecológica, manejo de agroecossistemas (Sistemas Agroflorestais – SAFs – e sistemas silvipastoris), práticas mecânicas de conservação do solo (barraginhas e terraços), soluções de saneamento rural descentralizado (fossas sépticas biodigestoras e bacias de evapotranspiração) e criação de ecossistemas artificiais, como *wetlands* construídos. Ressalta-se que não foram incluídas, neste estudo, ações de conservação realizadas exclusivamente em Unidades de Conservação (UCs), devido à indisponibilidade de dados

primários consistentes e à fragilidade observada, sobretudo nas UCs municipais, quanto à sua criação, implementação e gestão na RH IX.

Caso 1: Projeto Conexão Mata Atlântica

O Projeto Conexão Mata Atlântica foi uma iniciativa desenvolvida entre 2017 e 2021, com financiamento do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e do Governo dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. O projeto teve como foco a promoção da resiliência climática, segurança hídrica e aumento da conectividade florestal na bacia do rio Paraíba do Sul. Na RH IX, sua implementação ocorreu por meio da modalidade “PSA Uso Múltiplo”, incentivando práticas sustentáveis em agroecossistemas e áreas de alta ação antropogênica, como conservação florestal, restauração ecológica e conversão produtiva para SAFs e sistemas silvipastoris.

As atividades foram desenvolvidas em cinco microbacias hidrográficas, distribuídas entre os municípios de Italva, Cambuci, Varre-Sai e Porciúncula, totalizando uma área de 1.430,35 hectares e resultando na formalização de 191 contratos. As áreas priorizadas foram selecionadas com base em seu potencial para a proteção de mananciais de abastecimento e recuperação de serviços ecossistêmicos da biodiversidade e do clima (INEA, 2021). Os resultados incluíram 1.024,67 de conservação florestal, 45,13 ha de restauração ecológica e 360,55 ha de conversão produtiva, somando R\$ 3.777.645,87 em PSA. Os recursos recebidos foram investidos nas propriedades rurais, visando tanto à melhoria da capacidade produtiva quanto à ampliação das áreas destinadas à conservação florestal, à restauração ecológica, aos SAFs e aos sistemas silvipastoris.

Caso 2: Projeto Olhos d’Água – PSA Hídrico Carapebus

Executado pela ONG Ecoanzol entre 2015 e 2020 no Assentamento 25 de Março, em Carapebus, o Projeto Olhos d’Água integrou o Programa Piloto de PSA Hídrico do CEIVAP (Santos *et al.*, 2020). Financiado com recursos da cobrança pelo uso da água federal e estadual, contou com um investimento de R\$ 576.500,88. A iniciativa visou à recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas e à melhoria da disponibilidade hídrica quali-quantitativa na microbacia da lagoa de Carapebus, por meio da conservação florestal, restauração ecológica e implantação de SAFs.

Foram firmados oito contratos de PSA com agricultores familiares, totalizando 4,05 ha de conservação florestal e 3,51 ha de restauração ecológica, com o plantio de 5.631 mudas nativas. Os pagamentos variaram entre R\$ 72,00 e R\$ 828,00 por imóvel rural. Entre os principais resultados destacam-se mudanças nas práticas de manejo do solo e a recuperação de nascentes. Entretanto, a principal dificuldade enfrentada foi a discrepância entre os valores previstos nos editais e os custos reais dos insumos durante a execução das ações. A experiência evidencia a importância de arranjos institucionais eficazes para a sustentabilidade técnica e financeira de projetos de PSA.

Caso 3: Programa Mananciais do CEIVAP

O Programa Mananciais do CEIVAP visa ampliar a disponibilidade hídrica quali-quantitativa por meio da conservação e recuperação de mananciais estratégicos, com base na provisão de serviços ecossistêmicos (CEIVAP, 2019). Na RH IX, a iniciativa abrange a microbacia do baixo curso do rio Preto, localizada em Campos dos Goytacazes, com área de 1.433,47 ha. A elaboração do Projeto

Participativo de Incremento de Serviços Ambientais (PRISMA) foi iniciada em 2022, com apoio da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RIO).

As ações são financiadas com recursos provenientes das cobranças pelo uso da água (federal e estadual), sendo previsto o aporte de até R\$ 2,5 milhões pelo CEIVAP, com contrapartida do CBH-BPSI. Até o momento, nove propriedades rurais aderiram à iniciativa. Entre as intervenções já executadas, destacam-se a construção de 56 barraginhas e 900 metros de terraços para conservação do solo, além da instalação de 20 fossas sépticas biodigestoras e três bacias de evapotranspiração para o tratamento de efluentes sanitários (CEIVAP, [s.d.]). Outras ações encontram-se em fase de planejamento. A iniciativa fortalece a governança local e representa uma estratégia de SbN voltada à segurança hídrica, articulando conservação ambiental, agricultura familiar e mobilização institucional em microbacias prioritárias da RH IX.

Caso 4: Programa de Restauração Ecológica da RPPN Caruara

A Reserva Particular do Patrimônio Natural Caruara (RPPN Caruara), situada em São João da Barra, constitui a maior UC privada de restinga do país, com área de 3.844 ha. O programa de restauração ecológica da reserva foi implementado como medida compensatória decorrente do licenciamento ambiental do Complexo Industrial do Porto do Açú (IPF, 2018). Desde 2011, mais de 1,2 milhão de mudas de espécies nativas foram plantadas em 1.140 ha. A iniciativa mobilizou cerca de 150 trabalhadores locais, promovendo a geração de emprego e renda, além do fortalecimento do conhecimento ecológico tradicional.

A iniciativa visa reverter a fragmentação da paisagem e a perda de biodiversidade, fortalecendo a diversidade ecossistêmica em áreas de florestas, lagoas e zonas alagáveis. Os resultados incluem o aumento da conectividade entre fragmentos, o controle de espécies invasoras e a mitigação de efeitos de borda. Adicionalmente, o programa reforça serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação climática e a proteção das margens dos corpos hídricos. A escala da intervenção e sua implementação em território costeiro conferem à SbN elevado potencial de replicabilidade, especialmente em contextos de compensações ambientais associadas a grandes empreendimentos.

Caso 5: *Wetland* construído – EEEG

A Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba (EEEG), localizada em São Francisco de Itabapoana, implantou em 2013 uma SbN voltada ao tratamento de efluentes sanitários, composta por um sistema integrado de biodigestor e *wetland* construído. A iniciativa foi motivada pela ausência de infraestrutura pública de esgotamento sanitário no município. O sistema realiza um tratamento anaeróbio preliminar, seguido por três estágios de tratamento aeróbio com macrófitas aquáticas (*Cyperus giganteus* e *Pistia stratiotes*), promovendo a depuração dos efluentes por meio de processos físico-químicos e biológicos.

A solução atende às necessidades de servidores da unidade, pesquisadores e visitantes. Além de garantir o tratamento local do esgoto e contribuir para a proteção dos mananciais da sub-bacia hidrográfica do rio Guaxindiba, a iniciativa gera múltiplos benefícios, como o reúso da água, a eliminação de maus odores, o incremento do valor paisagístico e o fortalecimento de ações de Educação Ambiental. A replicabilidade dessa SbN demanda atenção à adaptabilidade das espécies vegetais às condições climáticas locais e às características específicas dos efluentes a serem tratados

(Von Sperling; Sezerino, 2018). A experiência evidencia o potencial dos *wetlands* construídos como alternativa sustentável e eficiente aos sistemas convencionais de tratamento de esgoto.

Panorama das SbN na Região Hidrográfica IX: fatores de sucessos, barreiras e recomendações

Segundo o WWAP (2018), ações que incorporam SbN em bacias hidrográficas contribuem significativamente para a manutenção, reabilitação e provisão de diversos serviços ecossistêmicos, como provisão de água; regulação climática; purificação da água; regulação hídrica; controle de erosão; regulação de sedimentos e regulação de eventos hidroclimáticos extremos. Na RH IX, as SbN identificadas demonstram ser estratégias pertinentes para fortalecer a gestão integrada dos recursos hídricos e avançar no alcance do ODS 6, ao favorecer a melhoria da disponibilidade hídrica em termos de quantidade e qualidade.

Apesar do potencial, observa-se que a aplicação de SbN na RH IX ainda é incipiente. Foram identificadas cinco iniciativas em apenas oito dos 22 municípios da região, totalizando 89 medidas classificadas como SbN. Com exceção das ações de conservação florestal em UCs, as demais intervenções concentram-se, predominantemente, em iniciativas de escala de paisagem, como nos Casos 1, 2, 3 e 4, enquanto apenas os Casos 3 e 5 contemplam ações voltadas à melhoria do saneamento. No Caso 4, embora a segurança hídrica não tenha constituído o objetivo principal da iniciativa, ela pode ser considerada um benefício decorrente das ações implementadas.

A utilização de instrumentos de PSA tem se mostrado estratégica para viabilizar e ampliar o alcance das SbN, como observado no Projeto Conexão Mata Atlântica, que fortaleceu o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA) e representa o primeiro projeto no estado a integrar conservação da biodiversidade, mitigação de mudanças climáticas e segurança hídrica. A recente instituição da Política Nacional de PSA (Lei n.º 14.119/2021) contribui para conferir maior segurança jurídica e credibilidade a essas iniciativas (Brasil, 2021). No entanto, um dos principais desafios enfrentados refere-se à insuficiência de recursos financeiros para garantir a continuidade dos projetos, exigindo a construção de mecanismos de sustentabilidade econômica a médio e longo prazo.

Outro fator crítico é a necessidade de arranjos institucionais robustos e integrados, com participação ativa do poder público, comitês de bacias hidrográficas, instituições de ensino e pesquisa, organizações da sociedade civil e comunidades locais. Essa articulação é essencial para assegurar maior adesão dos beneficiários e a qualidade técnica das ações. As UCs, por sua vez, representam espaços estratégicos para disseminação de práticas sustentáveis, como evidenciado nos Casos 4 e 5. Contudo, a manutenção dessas áreas enfrenta desafios relacionados à sustentabilidade financeira.

Um ponto de atenção é a ausência de monitoramento dos serviços ecossistêmicos nas iniciativas analisadas. Estudos de quantificação, valoração e análise de custo-benefício são fundamentais para avaliar a efetividade das SbN, especialmente diante dos eventos hidroclimáticos extremos e da crescente escassez hídrica. A literatura aponta que a superação da inércia institucional quanto à adoção das SbN requer pesquisas comparativas mais robustas em relação às infraestruturas cinzas (Nesshöver *et al.*, 2017; Ikemoto, 2020). A carência de expertise técnica e metodológica, somada à dificuldade de integração entre soluções verdes e convencionais, limita o uso das SbN pelos tomadores de decisão em contextos de planejamento e gestão de recursos hídricos.

Para que as SbN sejam reconhecidas como opções viáveis e efetivas de gestão, é imprescindível que seus benefícios, custos, responsabilidades institucionais e estratégias de governança estejam claramente definidos. Avaliações sólidas devem fundamentar a formulação, desenvolvimento e implementação dessas soluções, considerando não apenas o desempenho hidrológico, mas também

os aspectos sociais, econômicos e ambientais (WWAP/UN-WATER, 2018). O fortalecimento de políticas públicas, com base na clareza dos riscos e oportunidades envolvidos, é decisivo para consolidar a agenda de SbN como uma abordagem integrada e eficaz para o enfrentamento dos desafios hídricos na RH IX. Nesse sentido, a gestão integrada dos recursos hídricos oferece um caminho promissor para orientar e viabilizar a implementação prática das SbN em bacias hidrográficas.

CONCLUSÕES

Este estudo evidenciou que, embora incipientes, as SbN representam alternativas promissoras para a revitalização das bacias hidrográficas da Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH IX), especialmente frente aos desafios impostos pela degradação ambiental, escassez hídrica e mudanças climáticas. As experiências analisadas demonstraram que as SbN têm potencial para ampliar a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, ao mesmo tempo em que promovem cobenefícios como conservação da biodiversidade, mitigação de mudanças climáticas, fortalecimento de práticas produtivas sustentáveis e valorização de saberes locais.

No entanto, observa-se que a aplicação das SbN na região ainda é limitada em termos de abrangência territorial e diversidade de tipologias. Os projetos de PSA, embora relevantes, permanecem em escala piloto, o que limita sua capacidade de gerar impactos hidrológicos mensuráveis. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de um esforço coletivo entre poder público, setor produtivo, comitês de bacias hidrográficas, comunidades locais e instituições de pesquisa para viabilizar o ganho de escala, promover a sustentabilidade financeira e assegurar a tangibilidade dos resultados sobre os recursos hídricos.

O fortalecimento de arranjos institucionais, o desenvolvimento de políticas públicas, a ampliação dos mecanismos de financiamento, a capacidade técnica e o monitoramento contínuo dos serviços ecossistêmicos são medidas essenciais para consolidar as SbN como estratégia efetiva de gestão integrada da água. Além disso, avaliações hidrológicas e econômicas são indispensáveis para consolidar a credibilidade e a efetividade das SbN em cenários de tomada de decisão. A adoção dessas soluções deve ser entendida como parte de uma abordagem complementar às infraestruturas convencionais, contribuindo para ampliar a resiliência dos sistemas socioecológicos diante das mudanças climáticas e da crescente pressão sobre os recursos hídricos.

Assim, promover as SbN como eixo estruturante de políticas de segurança hídrica no Estado do Rio de Janeiro constitui não apenas uma oportunidade, mas uma necessidade estratégica para o enfrentamento das mudanças climáticas, em consonância com os princípios da sustentabilidade e com as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 6.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, A. et al. *Integrated water resources management*. Global Water Partnership, 2000.
- AHMED, J. U. et al. “Documentary research method: new dimensions”. *Indus Journal of Management & Social Sciences (IJMSS)*, v. 4, n. 1, p. 1-14, 2010.
- BRASIL. *Lei n.º 14.119, de 13 de janeiro de 2021*. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais [...]. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ano 159, n. 9, p. 7-9, 14 jan. 2021.

CEIVAP – COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. *Programa de Investimento em Serviços Ambientais para a Conservação e Recuperação de Mananciais - PROGRAMA MANANCIAIS*. Resende: CEIVAP, 2019.

CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Programa Mananciais* [s.d.]. Disponível em: <https://tinyurl.com/2jtdus97>. Acesso em: 22 jun. 2025.

COHEN-SHACHAM, E. et al. *Nature-based solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN, 2016. 114 p.

COMBESSIE, J. C. *Método em sociologia*. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

CRESWELL, J. W. et al. *Research design: qualitative and mixed methods approaches*. London and Thousand Oaks: Sage Publications, 2009.

GOMES NÉTO, N. C. et al. Soluções baseadas na natureza aplicadas à conservação e à gestão integrada das águas – um estudo prospectivo à luz da Agenda 2030 da ONU. *Revista Principia*, n. 51, p. 30-43, 2020.

IKEMOTO, S. M. Modelo analítico de segurança hídrica a partir de Soluções baseadas na Natureza: aplicação na Bacia do rio Guapi-Macacu, RJ. 2020. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial*. Rio de Janeiro, RJ: INEA, 2018.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Diagnóstico socioambiental e priorização de áreas para a atuação do projeto Conexão Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, RJ: INEA, 2021.

IPF – IPF SOLUÇÕES FLORESTAIS. *Plano de Manejo RPPN Caruara: Caderno I*. Rio de Janeiro, RJ: IPF, 2018.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. “Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica”. *Revista Katálysis*, v. 10, p. 37-45, 2007.

MACK, N. et al. *Qualitative research methods: a data collector’s field guide*. Durham, NC: Family Health International, 2005.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. “Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul”. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005.

NESSHÖVER, C. et al. “The science, policy and practice of nature-based solutions: an interdisciplinary perspective”. *Science of the Total Environment*, v. 579, p. 1215-1227, 2017.

RAYMOND, C. M. et al. “A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas”. *Environmental Science & Policy*, v. 77, p. 15-24, 2017.

SANTOS, F. A. M. et al. “Program outcomes of payments for watershed services in Brazilian Atlantic forest: how to evaluate to improve decision-making and the socio-environmental benefits”. *Water*, v. 12, n. 9, p. 2441, 2020.

SILVA, W. L. et al. “Future changes in temperature and precipitation extremes in the state of Rio de Janeiro (Brazil)”. *American Journal of Climate Change*, v. 3, n. 4, p. 353-365, 2014.

TUNDISI, J. G. “Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções”. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P. H. “Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil”. *Boletim Wetlands Brasil*, 2018.

WWAP/UN-WATER – UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME/UN-WATER. *The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based solutions for water*. Paris: UNESCO, 2018.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.