PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BACIA ESCOLA DO RIO JACARÉ NO BAIXO SÃO FRANCISCO – SE

Ailton Francisco da Rocha[1]; Arisvaldo Vieira Méllo Júnior[2]; Antenor de Oliveira Aguiar Netto[3]; Carlos Alexandre Borges Garcia[4]; Rogério Moreira Chagas[5]; Silvana Susko Marcelini[6] & Vania Maria Nunes dos Santos[7]

RESUMO

A crise hídrica no semiárido brasileiro, exacerbada pelas mudanças climáticas e pelo uso inadequado do solo, demanda estratégias integradas que articulem ciência, educação e governança participativa. Este artigo apresenta uma proposta de implementação da Bacia Escola do Rio Jacaré, localizada no Baixo São Francisco sergipano, como instrumento de promoção da resiliência hídrica e da segurança hídrica regional. A sub-bacia hidrográfica, com área de 290,2 km², inserida nos biomas Caatinga e Mata Atlântica, apresenta significativa degradação ambiental, com 63% do território coberto por pastagens e apenas 2,5% por formação florestal. A metodologia articula três eixos estratégicos: (i) instalação de infraestrutura física para pesquisa e monitoramento hidrossedimentológico; (ii) implementação de programa de educação ambiental fundamentado na Aprendizagem Social e na educação para a cidadania hídrica; e (iii) modelagem hidrológica para avaliação dos impactos de mudanças climáticas e do uso do solo. A proposta apoia-se em experiências consolidadas de implementação de bacias escola no Brasil, das quais se extraem parâmetros metodológicos e evidências de resultados socioambientais. O projeto envolve parcerias institucionais que integram universidades, órgãos governamentais, organizações da sociedade civil e comunidades locais. Além dos ganhos educacionais e científicos, discutem-se impactos positivos adicionais esperados para a comunidade, como a melhoria das condições sanitárias, o fortalecimento do capital social, a redução de conflitos pelo uso da água e a geração de alternativas de renda. Espera-se que a Bacia Escola do Rio Jacaré contribua para o fortalecimento da governança sócio-hidrológica no Baixo São Francisco, promovendo a convivência sustentável com o semiárido por meio do conhecimento científico, saberes locais e participação cidadã.

ABSTRACT

The water crisis in Brazil's semi-arid region, exacerbated by climate change and inappropriate land use, calls for integrated strategies that bring together science, education, and participatory governance. This article presents a proposal for the implementation of the Jacaré River School watershed, located in the lower São Francisco region of Sergipe, as a tool for promoting water resilience and regional water security. The sub-watershed, covering an area of 290.2 km² and located within the Caatinga and Atlantico Forest biomes, shows significant environmental degradation, with 63% of the

area covered by pastures and only 2.5% by forest. The methodology is based on three strategic pillars: (i) the installation of physical infrastructure for hydrosedimentological research and monitoring; (ii) the implementation of an environmental education program grounded in social learning and education for water citizenship; and (iii) hydrological modeling to assess the impacts of climate change and land use. The proposal draws on consolidated experiences of school-catchment implementation in Brazil, from which methodological parameters and evidence of socio-environmental outcomes are drawn. The project relies on an institutional partnership network integrating universities, governmental agencies, civil society organizations and local communities. Beyond educational and scientific gains, the article discusses additional positive impacts expected for the community, such as improved sanitary conditions, strengthened social capital, reduced water-use conflicts and new income-generating alternatives. The Jacaré River School Watershed is expected to contribute to the strengthening of socio-hydrological governance in the lower São Francisco, promoting sustainable coexistence with the semi-arid environment through the articulation of scientific knowledge, local knowledge and citizen participation.

Palavras-Chave – Educação ambiental, Governança hídrica, Modelagem hidrológica.

1. INTRODUÇÃO

A gestão sustentável dos recursos hídricos no semiárido brasileiro constitui um dos maiores desafios da atualidade. A região do Baixo São Francisco enfrenta pressões crescentes decorrentes das mudanças climáticas, da degradação dos ecossistemas e do uso intensivo da água, comprometendo a segurança hídrica das populações locais. No estado de Sergipe, os índices de atendimento de esgoto ainda são críticos — apenas 34,7% da população possui acesso a coleta de esgoto e somente 38,1% do esgoto gerado é tratado (ANA, 2024) —, evidenciando a urgência de abordagens integradas que articulem ciência, tecnologia e participação social.

Nesse contexto, o conceito de bacia escola emerge como uma estratégia pedagógica e de gestão participativa que utiliza bacias hidrográficas como laboratórios vivos para a produção de conhecimento, a formação de cidadãos e o desenvolvimento de soluções para problemas socioambientais locais. Definida por Kobiyama et al. (2020) como o espaço físico onde as pessoas habitam, os problemas são apresentados, os dados são coletados e as metodologias podem ser aplicadas, a bacia escola funciona como interface privilegiada entre ciência, política e sociedade.

A abordagem da bacia escola alinha-se ao paradigma da socio-hidrologia (Sivapalan, 2015), que busca integrar perspectivas das ciências sociais e naturais para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Segundo a UNESCO (2024), a aproximação holística que incorpora soluções baseadas na eco-hidrologia e métodos sistêmicos

aplicados na escala da bacia, no conhecimento e na experiência dos usuários e interessados, pode alcançar níveis satisfatórios de efetividade na gestão dos recursos hídricos.

Este artigo apresenta uma proposta de implementação da Bacia Escola do Rio Jacaré, no Baixo São Francisco sergipano, desenvolvida pela Academia Propriaense de Letras, Ciências, Artes e Desporto (APLCAD) em parceria com pesquisadores de diversas instituições. Diferentemente de um relatório técnico de projeto, o objetivo deste trabalho é discutir criticamente, à luz da literatura sobre experiências já implementadas de bacias escola no Brasil, a metodologia de implementação proposta — que integra infraestrutura física, educação ambiental e modelagem hidrológica — e os resultados socioambientais que dela se espera, para além dos ganhos estritamente educacionais e científicos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Conceito de Bacia Escola

O conceito de bacia escola pode ser compreendido em duas dimensões complementares. Na primeira, refere-se ao uso pedagógico da bacia hidrográfica como objeto de estudo e laboratório natural para o ensino de ciências ambientais, hidrologia e ecologia. Na segunda dimensão, mais ampla, a bacia escola constitui-se como uma bacia hidrográfica experimental onde estudantes e comunidade local participam ativamente da gestão e conservação dos recursos hídricos (Kobiyama et al., 2020).

No Brasil, Giacomel et al. (2021) identificaram 27 bacias escola distribuídas em 84 municípios, evidenciando o crescimento dessa abordagem como estratégia de educação ambiental e gestão participativa de recursos hídricos. A abordagem sócio-hidrológica, no contexto da bacia escola, permite a troca de conhecimento, estimula o engajamento no cuidado e na proteção do meio ambiente e contribui para a educação das pessoas, tornando a participação da sociedade mais ativa e consciente no processo de tomada de decisões.

Experiências já implementadas no país oferecem parâmetros metodológicos relevantes para a proposta da Bacia Escola do Rio Jacaré. Kobiyama et al. (2016) descrevem a construção de uma rede de bacias escola nos municípios de São Vendelino, Alto Feliz e Maquiné (RS), voltada à gestão participativa de desastres naturais associados a inundações e fluxos de detritos, destacando que o retorno do conhecimento gerado à própria comunidade — e não apenas a produção de dados para a academia — é o que distingue a bacia escola de uma bacia experimental convencional. Nessa mesma rede, Oliveira et al. (2019) avaliaram o impacto de oficinas de hidrologia em uma escola de interface urbano-rural em Maquiné/RS e constataram que, antes da intervenção, menos de 10% dos estudantes do ensino fundamental reconheciam o conceito de bacia

hidrográfica, evidenciando empiricamente o potencial de ganho de conhecimento ambiental associado à metodologia.

Em escala distinta, a experiência da Bacia Escola do Retiro, conduzida desde 2017 pelo Instituto de Educação de Angra dos Reis da Universidade Federal Fluminense (UFF) em parceria com a Associação de Moradores da Praia do Retiro (AMPR), o serviço autônomo de água e esgoto local e o comitê de bacia hidrográfica da Baía da Ilha Grande, ilustra a maturidade que a estratégia pode alcançar quando consolidada ao longo de vários anos: mais de 80 atividades e 2.000 participações de professores, estudantes e comunitários foram registradas em um biênio recente, e a tecnologia social foi replicada, a partir de 2023, para a Bacia Escola da Barra de Santa Tereza, em Bom Jardim/RJ (UFF, 2024). Essas experiências indicam que a implantação de uma bacia escola tende a ser um processo gradual e cumulativo — iniciado por um núcleo de infraestrutura e monitoramento, seguido pela ampliação da participação comunitária e da governança local —, o que reforça a pertinência do cronograma faseado adotado na proposta da Bacia Escola do Rio Jacaré (Seção 4.1).

A literatura científica sobre bacia escola evidencia, de modo geral, resultados consistentes em termos de ganhos de conhecimento ambiental, mudanças de percepção e atitudes dos estudantes, engajamento comunitário e desenvolvimento de competências científicas e cidadãs (Bergmann e Pedrozo, 2008; Trevisol e Trevisol, 2010; Batouli-Santos et al., 2023). A combinação de atividades de campo com aprendizagem experiencial e participativa revela-se especialmente eficaz para promover o pensamento sistêmico sobre as relações sociedade-natureza.

2.2 Educação para a Cidadania Hídrica e Aprendizagem Social

A Aprendizagem Social constitui pilar fundamental da proposta da Bacia Escola do Rio Jacaré. Conforme Santos e Jacobi (2018), este referencial implica aprender no, do e para o ambiente local, a partir da reflexão crítica sobre os problemas e desafios comuns, e sobre os conhecimentos disponíveis para resolvê-los. Trata-se de reconhecer a realidade socioambiental em que se vive e negociar interesses para o uso democrático e sustentável do ambiente.

A educação para a cidadania ambiental na perspectiva da Aprendizagem Social contribui para o desenvolvimento de posturas reflexivas e colaborativas, bem como para motivar e sensibilizar os cidadãos à corresponsabilidade socioambiental. As escolas participantes são concebidas como Núcleos de Cidadania Escolares — espaços de socialização, construção e multiplicação de conhecimentos, valores e atitudes para a formação de cidadãos conscientes e integrados de maneira responsável e colaborativa com o ambiente em que vivem.

2.3 Modelagem Hidrológica como Ferramenta de Gestão

Modelos hidrológicos capazes de estimar as condições do padrão hidrológico da bacia, com base em processos físicos, são ferramentas valiosas para o gerenciamento de recursos hídricos (Singh e Frevert, 2006). Esses modelos são fundamentais para bacias consideradas críticas devido à escassez de água ou conflitos pelo seu uso, para prever a resposta de bacias não monitoradas e para planejar o uso futuro com base em mudanças no uso da terra ou cenários de mudanças climáticas.

As alterações climáticas têm afetado o ciclo hidrológico e os padrões de precipitação em todo o mundo, trazendo consequências diretas à disponibilidade e à qualidade da água (Konapala et al., 2020). Para o Baixo São Francisco, projeções climáticas indicam possibilidade de agravamento das condições ambientais locais, com variação de precipitação entre -40% e +25% e aumento de temperatura de 0,5 a 4,5°C para o período 2071-2100, dependendo do cenário de emissões considerado (Silveira et al., 2016).

3. ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Escola do Rio Jacaré está localizada na sub-bacia hidrográfica do Riacho Jacaré, afluente da margem direita do Rio São Francisco no seu baixo curso. Com área de drenagem de 290,2 km² e extensão de 41,6 km desde a nascente, no município de Muribeca, até a foz no município de Propriá, o Riacho Jacaré abrange parcialmente os territórios de nove municípios sergipanos: Canhoba, Amparo do São Francisco, Aquidabã, Muribeca, Malhada dos Bois, Cedro de São João, São Francisco, Propriá e Japoatã (ANA, 2024; Sergipe, 2016).

Do ponto de vista climatológico, a sub-bacia apresenta duas regiões distintas: a porção próxima à nascente, inserida no Agreste sergipano, com totais pluviométricos anuais entre 800 e 1.200 mm; e a maior parte do território, situada no Semiárido, com precipitações anuais entre 500 e 800 mm. O período chuvoso ocorre de abril a julho e o período seco de setembro a dezembro (Jangarelli, 2023).

Dois biomas ocorrem na bacia com 52,4% da área ocupada pelo Bioma Caatinga e 47,6% ocupada pelo Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2024). Os solos predominantes são Argissolos, Neossolos e Luvissolos, e o uso e ocupação do solo é dominado por pastagem (63%), seguida de formação savânica (21%), mosaico pastagem/agricultura (9,6%), formação florestal (2,5%) e área urbanizada (1,6%) (MapBiomas, 2024).

Os indicadores socioeconômicos dos municípios da sub-bacia revelam condições de vulnerabilidade. Nenhum dos municípios está entre os dez maiores PIBs per capita do estado de Sergipe, e os valores do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) variam entre 0,56 (Japoatã) e 0,66 (Propriá), todos abaixo das médias nacional (0,766) e estadual (0,702). Quatro municípios apresentam IDHM classificado como "Baixo" (Aquidabã, Canhoba, Japoatã e São Francisco).

O contexto hidrológico do Baixo São Francisco é fortemente marcado pela regulação das usinas hidroelétricas, especialmente os reservatórios de Sobradinho e Xingó. As vazões médias mensais nas estações fluviométricas de Piranhas-AL, Pão de Açúcar-AL e Propriá-SE, no período de 1982 a 2020, variam de 1.546 m³/s (junho-agosto) a 2.510 m³/s (janeiro-abril). A regulação das vazões provocou impactos ambientais significativos, incluindo declínio de espécies aquáticas nativas, perda de lagoas marginais e redução da produção pesqueira (Figueiredo et al., 2020).

4. METODOLOGIA

A metodologia da Bacia Escola do Rio Jacaré estrutura-se em três eixos estratégicos interdependentes: (i) implantação de infraestrutura física; (ii) desenvolvimento de programa de educação ambiental; e (iii) modelagem hidrológica para gestão e planejamento. Os três eixos são orientados pelos princípios da interface ciência-política-sociedade e da Aprendizagem Social, visando à governança sócio-hidrológica participativa. Como discutido na Seção 2.1, experiências consolidadas de bacia escola no Brasil sugerem que essa implantação não deve ser tratada como a execução pontual de um conjunto de entregas físicas, mas como um processo gradual, no qual a infraestrutura inicial é condição habilitadora — e não finalidade — para a construção, ao longo do tempo, da participação comunitária e da governança compartilhada.

4.1 Eixo 1 – Infraestrutura e Monitoramento Hidrossedimentológico

A infraestrutura física da Bacia Escola cumpre uma função habilitadora: fornecer a base material — escritório-sede na bacia hidrográfica, sala de aula com capacidade para 40 pessoas, laboratório de análises físico-químicas de água, trilhas educativas e espaço para manifestações culturais e artísticas — sem a qual as atividades de pesquisa, monitoramento e educação ambiental não poderiam ser sustentadas no médio e longo prazo. Essa lógica é consistente com a de outras redes de bacia escola no país, nas quais a instrumentação física antecede e sustenta a etapa subsequente de apropriação comunitária (Kobiyama et al., 2016).

O programa de monitoramento hidrossedimentológico articula-se diretamente a essa infraestrutura, por meio da instalação de equipamentos de medição de nível e vazão (medidor de pressão, molinete hidráulico), pluviômetros e maleta de monitoramento da qualidade da água. Mais do que um procedimento técnico isolado, esse monitoramento contínuo constitui a base empírica necessária à calibração e à validação dos modelos hidrológicos descritos na Seção 4.3, além de ser, ele próprio, um veículo de aprendizagem, na medida em que estudantes e comunidade participam da coleta e da interpretação dos dados. Segundo Minella e Merten (2011), projetos de monitoramento hidrossedimentométrico e de qualidade de água são essenciais para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes para a melhoria do manejo dos solos nas bacias hidrográficas, com implicações positivas aos recursos hídricos.

A implantação está organizada em quatro etapas ao longo de 48 meses, de modo a permitir que a apropriação comunitária amadureça progressivamente, à semelhança do percurso observado na Bacia Escola do Retiro entre sua criação, em 2017, e sua consolidação institucional nos anos seguintes (UFF, 2024): (1) planejamento e preparação (meses 1-6), com reuniões com stakeholders, estudos de viabilidade e planejamento financeiro; (2) infraestrutura e capacitação (meses 7-12), com desenvolvimento de projetos, construção e treinamentos; (3) implementação e operação inicial (meses 13-24), com início das atividades de monitoramento e educacionais; e (4) consolidação e expansão (meses 25-48), com fortalecimento das parcerias e avaliação de impactos.

4.2 Eixo 2 – Programa de Educação Ambiental

O Programa de Educação para a Sustentabilidade da Bacia Escola do Rio Jacaré fundamenta-se nos referenciais da Aprendizagem Social (Santos e Jacobi, 2018) e da educação ambiental crítica, com foco na centralidade da escola como espaço de socialização e construção de conhecimentos para a formação de cidadãos críticos e participativos. A opção por esse referencial, e não por uma abordagem meramente informativa, decorre da evidência de que ganhos duradouros de percepção e engajamento ambiental dependem da participação ativa dos estudantes na produção do conhecimento sobre seu próprio território — e não apenas da recepção passiva de conteúdos (Oliveira et al., 2019; Batouli-Santos et al., 2023).

As ações educacionais desenvolvem-se em três dimensões articuladas entre si. A primeira consiste na formação de professores em exercício para o estudo do ambiente, por meio de atividades didático-pedagógicas organizadas em blocos temáticos e módulos formativos que envolvem abordagens conceituais, experimentais e de campo, alinhados às orientações curriculares para a educação básica. A segunda dimensão corresponde ao fomento a projetos com práticas socioambientais educativas de caráter colaborativo, centrados nas escolas participantes — denominadas Núcleos de Cidadania Escolares. A terceira dimensão compreende a realização de visitas técnicas à bacia, nas quais estudantes têm contato direto com a fauna e a flora local, com a importância da água e com técnicas de conservação — um formato que, em experiências já implementadas, mostrou-se capaz de reverter, em poucas visitas, quadros de desconhecimento generalizado sobre conceitos hidrológicos básicos entre estudantes do ensino fundamental (Oliveira et al., 2019).

Complementarmente, o programa de comunicação prevê a produção de material físico e digital — cartilhas, relatório de conjuntura e atlas digital —, com relatórios técnicos anuais sobre o impacto e o progresso da bacia escola divulgados por meios de comunicação locais e regionais. Um programa de voluntariado comunitário será estruturado para envolver a comunidade em ações de limpeza do riacho, plantio de árvores e repovoamento da ictiofauna, ampliando o alcance da proposta para além do público escolar.

4.3 Eixo 3 – Modelagem Hidrológica

O estudo hidrológico tem como objetivo analisar a disponibilidade hídrica superficial na bacia do Riacho Jacaré, nos cenários atual e futuro, a fim de quantificar o impacto das alterações climáticas e da restauração ecológica. A ausência de dados fluviométricos na bacia do Riacho Jacaré demanda a utilização de abordagem por regionalização e transferência de parâmetros de bacias homogêneas.

A metodologia de modelagem compreende três etapas: (1) prospecção de dados (meses 1-4), com análise da disponibilidade de dados pluviométricos e fluviométricos nas bacias circunvizinhas, complementação de séries por método do vetor regional e caracterização fisiográfica da bacia (modelo digital de terreno, tipo de solos e uso e ocupação do solo); (2) modelagem hidrológica (meses 5-10); e (3) publicação de resultados (meses 11-12).

Na etapa de modelagem, será aplicado o modelo SMAP – Soil Moisture Accounting Procedure (Lopes et al., 1982), um modelo determinístico do tipo transformação chuva-vazão com representação espacial agregada, para simular a bacia hidrográfica do Rio Japaratuba-Mirim, vizinha à bacia do Riacho Jacaré e com características hidrológicas homogêneas. Os parâmetros calibrados serão então transferidos para a bacia do Riacho Jacaré, permitindo a geração de séries sintéticas de vazão.

Após a geração da série histórica de vazões, será utilizado o modelo hidrológico distribuído RUBEM Hydrological (Rainfall-Runoff Balance Enhanced Model) acoplado ao modelo MODFLOW (Méllo Júnior et al., 2022; Olivos et al., 2023) para a simulação de cenários futuros relacionando projeção climática e restauração ecológica da bacia.

Os dados meteorológicos observados serão extraídos de Xavier et al. (2022), que gerou um conjunto de dados meteorológicos diários em grade com resolução espacial de 0,1° para o período de 1961 a 2020. Os dados de projeção climática serão extraídos de Ballarin et al. (2023), baseados em 19 modelos climáticos CMIP6, com e sem correção de viés, para os cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5 e período 2015-2100. A correção de viés utilizará o método de mapeamento delta de quantil (Cannon et al., 2020).

4.4 Parcerias e Governança

A estrutura de parcerias da Bacia Escola do Rio Jacaré envolve atores de múltiplos setores em escala nacional e internacional. Em nível nacional, o projeto articula parcerias com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Ministério do Meio Ambiente, universidades federais e estaduais (UFS, USP, UNIT, IFS), a EMBRAPA, secretarias municipais de meio ambiente e o Governo do Estado de Sergipe.

Em nível internacional, prevê-se a articulação com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a UNESCO, o Fundo Mundial para a Natureza

(WWF), The Nature Conservancy (TNC) e a Conservation International (CI). O diálogo permanente com a comunidade local será mantido por meio das associações comunitárias ribeirinhas, associações de pescadores e agricultores, sindicatos de trabalhadores rurais e escolas municipais e estaduais. Essa arquitetura de governança compartilhada segue o modelo testado na Bacia Escola do Retiro, em que a articulação entre universidade, poder público municipal, comitê de bacia e associação de moradores mostrou-se determinante para viabilizar recursos e sustentar as ações ao longo do tempo (UFF, 2024).

5. RESULTADOS ESPERADOS

A implantação da Bacia Escola do Rio Jacaré deve gerar resultados nos planos educacional, científico e de gestão ambiental, estabelecendo um elo entre universidade e instituições de pesquisa e a comunidade. No plano educacional, espera-se o fortalecimento da formação docente em educação ambiental e recursos hídricos, o aumento da consciência ambiental e hídrica entre estudantes e comunidade local, e o desenvolvimento de competências científicas e cidadãs para a participação qualificada nas decisões sobre o uso do solo e da água.

No plano científico, a modelagem hidrológica da bacia do Riacho Jacaré fornecerá resultados úteis para a tomada de decisão sobre a escolha dos melhores locais para reflorestamento das áreas degradadas, para a recarga do aquífero, bem como para medir o impacto causado pela restauração ecológica e pelas mudanças climáticas projetadas. A série histórica de vazões geradas por simulação permitirá a análise da disponibilidade hídrica nos diferentes cenários.

A integração entre ensino, pesquisa e extensão se configura com a democratização do conhecimento técnico para usuários dos recursos naturais da bacia, tais como agricultores, pescadores e gestores municipais. Várias aplicações são relatadas como boas práticas de manejo sustentável da bacia. Pissarra et al. (2021) usaram o pagamento por serviços ambientais de provisionamento de água limpa por meio de uma abordagem de incentivos para persuadir os agricultores que trabalham nas cabeceiras das bacias hidrográficas a modificarem sua gestão. Zhang et al. (2019) observaram que, na China, as técnicas agrícolas tradicionais, baseadas na agricultura industrial, ainda estão enraizadas entre os agricultores, e que a maneira de transformar o sistema para uma produção mais limpa é por meio da adaptação do trabalho de extensão rural, da gestão da comunicação e da execução de políticas públicas indutoras de técnicas agrícolas sustentáveis.

No plano da gestão ambiental, espera-se o fortalecimento da governança sócio-hidrológica no Baixo São Francisco, com a construção de uma rede de atores comprometidos com a segurança hídrica regional. O programa de voluntariado e as ações de restauração ecológica contribuirão para a recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e reservas legais na sub-bacia.

5.1 Outros Impactos Positivos Esperados para a Comunidade

Além dos resultados educacionais, científicos e de gestão ambiental descritos acima, a experiência de bacias escola já consolidadas no Brasil indica que a implantação desse tipo de estrutura tende a gerar benefícios adicionais para a comunidade, que extrapolam o escopo estritamente hidrológico e pedagógico e que devem ser considerados entre os resultados esperados da Bacia Escola do Rio Jacaré.

Saneamento e saúde comunitária. A experiência da Bacia Escola do Retiro, em Angra dos Reis/RJ, demonstra que o diagnóstico participativo da bacia pode revelar problemas estruturais de saneamento até então invisibilizados e mobilizar recursos para sua solução: a identificação da ausência de tratamento de esgoto em residências ribeirinhas resultou na instalação de biodigestores, com benefícios sanitários que se estendem não apenas aos moradores, mas a todos os usuários do curso d'água a jusante (UFF, 2024). No caso da Bacia Escola do Rio Jacaré, espera-se que o diagnóstico contínuo da qualidade da água, associado à mobilização comunitária, possa evidenciar e ajudar a equacionar situações semelhantes, contribuindo para reverter os baixos índices de coleta e tratamento de esgoto hoje observados nos municípios da sub-bacia (ANA, 2024).

Redução de conflitos pelo uso da água e fortalecimento da governança local. A criação de espaços permanentes de diálogo entre comunidade, poder público e instituições de pesquisa — a exemplo dos Núcleos Comunitários de Sustentabilidade adotados em experiências de bacia escola no Rio de Janeiro — tende a reduzir conflitos pelo uso da água entre usuários a montante e a jusante, na medida em que decisões sobre manejo do solo e da água passam a ser negociadas coletivamente, e não impostas ou disputadas de forma assimétrica (UFF, 2024).

Redução de riscos associados a eventos hidrológicos extremos. Redes de bacia escola voltadas à gestão participativa de desastres naturais mostram que a capacitação de estudantes e comunitários para reconhecer sinais de risco de inundações, erosão e assoreamento contribui para a redução de danos econômicos e humanos associados a esses eventos (Kobiyama et al., 2016). No contexto do Baixo São Francisco, marcado por variações expressivas de precipitação e por cheias associadas à operação de reservatórios a montante, esse ganho de capacidade de resposta comunitária constitui um resultado relevante, complementar à modelagem hidrológica do Eixo 3.

Geração de alternativas de renda e valorização territorial. A infraestrutura física da bacia escola — trilhas educativas, espaço para manifestações culturais e sala de aula aberta a visitas — cria condições para o desenvolvimento de atividades de turismo científico e pedagógico, além de abrir caminho para a adoção de mecanismos de pagamento por serviços ambientais que remunerem produtores rurais pela adoção de práticas conservacionistas nas cabeceiras da bacia (Pissarra et al., 2021), diversificando as fontes de renda das famílias residentes na sub-bacia.

Fortalecimento do capital social e da identidade territorial. Ao reunir agricultores, pescadores, professores, estudantes e gestores públicos em torno de um objetivo comum, a bacia escola tende a fortalecer redes de confiança e cooperação entre atores que, em geral, não dialogam de forma sistemática, resgatando saberes locais e reforçando o senso de pertencimento ao território — um efeito reportado tanto em bacias escola de contexto costeiro (UFF, 2024) quanto em contextos de interior, associados à prevenção de desastres (Kobiyama et al., 2016).

6. CONCLUSÕES

A proposta de implementação da Bacia Escola do Rio Jacaré representa uma contribuição relevante para o enfrentamento da crise hídrica no semiárido nordestino, articulando de forma inovadora ciência, educação e governança participativa. Ao integrar monitoramento hidrossedimentológico, formação de professores, educação ambiental comunitária e modelagem hidrológica avançada, a metodologia proposta oferece uma abordagem sistêmica para a promoção da resiliência hídrica no Baixo São Francisco.

A escolha da sub-bacia do Riacho Jacaré como território de intervenção é estratégica: a área concentra condições de vulnerabilidade socioambiental — baixos IDHMs, elevada degradação de cobertura vegetal, ausência de dados fluviométricos e exposição aos impactos das mudanças climáticas — ao mesmo tempo em que apresenta potencial para a recuperação ecológica e para a mobilização comunitária em torno da gestão sustentável dos recursos hídricos.

As experiências de bacia escola já implementadas no Brasil, discutidas ao longo deste artigo, indicam que os benefícios dessa estratégia tendem a ultrapassar o campo educacional e científico, alcançando dimensões sanitárias, econômicas e de governança que devem ser consideradas na avaliação de seu impacto. O projeto alinha-se ao tema central do XVIII SRHNE 2026, ao demonstrar como a Caatinga pode ser tratada como laboratório da resiliência hídrica. A bacia escola propõe exatamente essa convergência entre ciência de ponta, governança participativa e tecnologia hidrológica para a convivência sustentável com o semiárido — não como adaptação passiva, mas como construção ativa de sociedades mais resilientes e equitativas.

O sucesso da iniciativa dependerá da consolidação das parcerias institucionais, da continuidade do financiamento e, sobretudo, do engajamento das comunidades locais como protagonistas do processo de conhecimento e gestão do seu território hídrico.

7. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH/UFS) e à CAPES pelo apoio ao desenvolvimento do estudo, à Agência Sergipe de Desenvolvimento

(Desenvolve-SE) e à Academia Propriaense de Letras, Ciências, Artes e Desporto (APLCAD) pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2024). Painel de Indicadores do Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Brasília: ANA.

BALLARIN, A.S. et al. (2023). CLIMBra – Climate Change Dataset for Brazil. Scientific Data, v. 10, p. 47.

BATOULI-SANTOS, M. et al. (2023). O rio que passa na minha escola: contribuições da Educação Ambiental crítica para a valorização e conservação dos recursos hídricos. Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 18.

BERGMANN, M.; PEDROZO, C. (2008). Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à Educação Ambiental. Ciência & Educação.

CANNON, A.J. et al. (2020). Bias Correction of Climate Model Output for Impact Models. In: Climate Extremes and Their Implications for Impact and Risk Assessment. Elsevier.

FIGUEIREDO, A.V.A. et al. (2020). A regularização da vazão e seus efeitos sobre os atributos ecológicos da ictiofauna: o caso do baixo curso do Rio São Francisco. Revista de Estudos Ambientais, v. 22, n. 2, p. 6-21.

GIACOMEL, F.G. et al. (2021). Desenvolvimento de bacias-escola no Brasil. In: XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2021, Belo Horizonte. Anais...

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE.

JANGARELLI, G.A. (2023). Variabilidades pluvial e fluvial na região fisiográfica do Baixo São Francisco. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Alagoas.

KOBIYAMA, M.; GODOY, J.V.Z.; BAUMBACH, M.F.; MICHEL, R.D.L. (2016). Bacia-escola para gestão participativa de desastres naturais e recursos hídricos. In: XVII SALÃO DE EXTENSÃO DA UFRGS, 2016, Porto Alegre. Caderno de Resumos. Porto Alegre: UFRGS/PROREXT.

KOBIYAMA, M. et al. (2020). School catchment for hydrology education and water resources management at local community level.

KONAPALA, G. et al. (2020). Climate change will affect global water availability through compounding changes in seasonal precipitation and evaporation. Nature Communications, v. 11, 3044.

LOPES, J.E.G. et al. (1982). SMAP – A simplified hydrological model. In: Applied Modelling in Catchment Hydrology, p. 167-176.

MAPBIOMAS. (2024). Coleção 9.0 do Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra no Brasil de 1985 a 2023. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org.

MÉLLO JÚNIOR, A.V. et al. (2022). Rainfall runoff balance enhanced model applied to tropical hydrology. Water, v. 14, n. 12, p. 1958.

MINELLA, J.P.G.; MERTEN, J.H. (2011). Monitoramento de bacias hidrográficas para identificar fontes de sedimentos em suspensão. Ciência Rural, v. 41, n. 3, p. 424-432.

OLIVEIRA, I.Z.; GODOY, J.V.Z.; VANELLI, F.M.; KOBIYAMA, M. (2019). Ensino de hidrologia em escolas: estudo de caso no município de Maquiné/RS. Anais [Trabalho apresentado em evento científico], Porto Alegre.

OLIVOS, L.M.O. et al. (2023). An approach for water allocation with a coupled surface and groundwater model. Journal of Applied Water Engineering and Research, v. 12, n. 2, p. 209-223.

PISSARRA, T.C.T. et al. (2021). Production of clean water in agriculture headwater catchments: A model based on the payment for environmental services. Science of the Total Environment, v. 785, p. 14733.

SANTOS, V.M.N. (2011). Educar no Ambiente – construção do olhar geocientífico e cidadania. São Paulo: Annablume.

SANTOS, V.M.N.; JACOBI, P.R. (2018). Educação, Ambiente e Aprendizagem Social: reflexões e possibilidades à geoconservação e sustentabilidade. Curitiba: Editora CRV.

SERGIPE. (2016). Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Aracaju: SEMARH.

SILVEIRA, C. da S. et al. (2016). Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 21, n. 2, p. 416-428.

SINGH, V.P.; FREVERT, D.K. (2006). Watershed Models. CRC Press.

SIVAPALAN, M. (2015). Debates - Perspectives on socio-hydrology: Changing water systems and the tyranny of small problems - Socio-hydrology. Water Resources Research, v. 51, p. 4795-4805.

TREVISOL, M.G.; TREVISOL, J.V. (2010). A educação ambiental em bacias hidrográficas: uma experiência nas escolas públicas do Rio do Peixe (SC).

UFF. Universidade Federal Fluminense. (2024). Bacia Escola do Retiro: tecnologia social para gestão sustentável de bacias hidrográficas. Angra dos Reis: Instituto de Educação de Angra dos Reis/UFF. Disponível em: http://www.baciaescola.eco.br.

UNESCO. (2024). Science for a Water Secure World in a Changing Environment. Strategic Plan of the Intergovernmental Hydrology Programme. Ninth Phase 2022-2029. Paris: UNESCO.

XAVIER, A.C. et al. (2022). New Improved Brazilian Daily Weather Gridded Data (1961-2020). International Journal of Climatology, v. 42, p. 8390-8404.

ZHANG, T. et al. (2019). Adoption behavior of cleaner production techniques to control agricultural non-point source pollution: A case study in the Three Gorges Reservoir Area. Journal of Cleaner Production, v. 223, p. 897-906.

[1] PRORH/UFS, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão/SE, CEP 49.100-000. (79) 99815-0560. ailtonrocha@academico.ufs.br
[2] Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, 83, Travessa do Biênio, Prédio das Engenharias Civil e Ambiental, Cidade Universitária, São Paulo, SP, CEP 05508-070. Cel. (11) 99534-7674, arisvaldo@usp.br
[3] PRORH/UFS, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão/SE, CEP 49.100-000. (79) 99817-7200. antenor.ufs@gmail.com
[4] PRORH/UFS, Av. Marcelo Deda Chagas, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão/SE, CEP 49.100-000. (79) 99123-7253. cgarcia@academico.ufs.br
[5] Laboratório de Sistemas de Suporte à Decisão, Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, 83, Travessa do Biênio, Prédio das Engenharias Civil e Ambiental, Cidade Universitária, São Paulo, SP, CEP 05508-070. Cel. (79) 98838-7278, rogchagas@gmail.com
[6] Idem. Cel. (11) 99661-3055, silvana.marcellini@gmail.com
[7] PPGEHCT/IG/UNICAMP – Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Instituto de Geociências da UNICAMP. Rua Carlos Gomes, 250 – Cidade Universitária, Campinas-SP. vmnunes@unicamp.br