

POLÍTICAS AMBIENTAIS HIDRÍCAS E SUSTENTABILIDADE NA TRÍPLICE FRONTEIRA BRASIL, COLOMBIA E PERU NO ALTO RIO SOLIMÕES

ENVIRONMENTAL WATER POLICIES AND SUSTAINABILITY IN THE TRIPLE BORDER OF BRAZIL, COLOMBIA AND PERU IN THE UPPER SOLIMÕES RIVER

POLÍTICAS AMBIENTALES HÍDRICAS Y SOSTENIBILIDAD EN LA TRIPLE FRONTERA DE BRASIL, COLOMBIA Y PERÚ EN EL ALTO RÍO SOLIMÕES

 <https://doi.org/10.56238/arev7n7-299>

Data de submissão: 23/06/2025

Data de publicação: 23/07/2025

Edson Luís de Carvalho Silva

Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Paraná, Brasil

E-mail: Edsonaquicultura@gmail.com

Marli Renate von Borstel Roesler

Doutora em Serviço Social

Instituição: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Endereço: São Paulo, Brasil

E-mail: marliroesler@hotmail.com

Armin Feiden

Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura)

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Endereço: São Paulo, Brasil

E-mail: armin.feiden@gmail.com

RESUMO

A gestão de recursos hídricos em regiões transfronteiriças constitui desafio complexo que demanda abordagens integradas e cooperativas, particularmente na Amazônia, onde a abundância hídrica contrasta com deficiências institucionais e de governança. A região da tríplice fronteira Brasil-Colômbia-Peru no Alto Rio Solimões apresenta características únicas que justificam investigação aprofundada sobre políticas ambientais hídricas e sustentabilidade, considerando a interdependência dos recursos compartilhados e a diversidade de atores envolvidos. Este estudo objetiva compreender o uso múltiplo da água e a forma de sua gestão na região do Alto Rio Solimões, considerando as peculiaridades dos três países envolvidos. A metodologia adota abordagem qualitativa, combinando pesquisa documental, análise cirométrica de 27 publicações científicas e entrevistas semiestruturadas com representantes de instituições-chave na gestão hídrica regional. A análise de conteúdo temática permite identificação de categorias emergentes relacionadas aos objetivos específicos da pesquisa. Os resultados evidenciam fragmentação institucional, limitada cooperação transfronteiriça e desafios estruturais significativos relacionados à qualidade da água, saneamento básico e vulnerabilidade climática. A análise cirométrica revela crescimento da produção acadêmica sobre o tema, com predominância de estudos brasileiros e assimetrias entre os países. As entrevistas confirmam problemas recorrentes de gestão de resíduos, poluição hídrica e ausência de mecanismos efetivos de coordenação entre os países. As mudanças climáticas emergem como fator

amplificador dos problemas existentes, alterando regimes hidrológicos e afetando a biodiversidade regional. O estudo conclui que a sustentabilidade dos recursos hídricos na tríplice fronteira depende fundamentalmente do fortalecimento da cooperação transfronteiriça, desenvolvimento de capacidades institucionais locais e integração de conhecimentos tradicionais às estratégias de gestão, oferecendo subsídios empíricos para formulação de políticas públicas mais efetivas.

Palavras-chave: Gestão Hídrica Transfronteiriça. Sustentabilidade Ambiental. Tríplice Fronteira Amazônica.

ABSTRACT

Water resource management in transboundary regions constitutes a complex challenge that demands integrated and cooperative approaches, particularly in the Amazon, where water abundance contrasts with institutional and governance deficiencies. The Brazil-Colombia-Peru triple border region in the Upper Solimões River presents unique characteristics that justify in-depth investigation of water environmental policies and sustainability, considering the interdependence of shared resources and the diversity of involved actors. This study aims to understand the multiple use of water and its management form in the Upper Solimões River region, considering the peculiarities of the three involved countries. The methodology adopts a qualitative approach, combining documentary research, scientometric analysis of 27 scientific publications, and semi-structured interviews with representatives of key institutions in regional water management. Thematic content analysis allows identification of emerging categories related to the research specific objectives. Results evidence institutional fragmentation, limited transboundary cooperation, and significant structural challenges related to water quality, basic sanitation, and climate vulnerability. Scientometric analysis reveals growth in academic production on the theme, with predominance of Brazilian studies and asymmetries among countries. Interviews confirm recurring problems of waste management, water pollution, and absence of effective coordination mechanisms among countries. Climate change emerges as an amplifying factor of existing problems, altering hydrological regimes and affecting regional biodiversity. The study concludes that water resource sustainability in the triple border fundamentally depends on strengthening transboundary cooperation, developing local institutional capacities, and integrating traditional knowledge into management strategies, offering empirical subsidies for formulating more effective public policies.

Keywords: Transboundary Water Management. Environmental Sustainability. Amazon Triple Border.

RESUMEN

La gestión de los recursos hídricos en regiones transfronterizas plantea un desafío complejo que exige enfoques integrados y cooperativos, en particular en la Amazonía, donde la abundancia de agua contrasta con las deficiencias institucionales y de gobernanza. La región de la triple frontera Brasil-Colombia-Perú en el Alto Solimões presenta características únicas que justifican una investigación exhaustiva sobre políticas hídricas ambientales y sostenibilidad, considerando la interdependencia de los recursos compartidos y la diversidad de actores involucrados. Este estudio busca comprender los múltiples usos del agua y su gestión en la región del Alto Solimões, considerando las peculiaridades de los tres países involucrados. La metodología adopta un enfoque cualitativo, combinando investigación documental, análisis cienciométrico de 27 publicaciones científicas y entrevistas semiestructuradas con representantes de instituciones clave en la gestión hídrica regional. El análisis de contenido temático permite la identificación de categorías emergentes relacionadas con los objetivos específicos de la investigación. Los resultados destacan la fragmentación institucional, la limitada cooperación transfronteriza y los importantes desafíos estructurales relacionados con la calidad del agua, el saneamiento básico y la vulnerabilidad climática. El análisis cienciométrico revela

un crecimiento en la producción académica sobre el tema, con predominio de estudios brasileños y asimetrías entre países. Las entrevistas confirman problemas recurrentes con la gestión de residuos, la contaminación hídrica y la falta de mecanismos de coordinación eficaces entre países. El cambio climático surge como un factor que amplifica los problemas existentes, altera los regímenes hidrológicos y afecta la biodiversidad regional. El estudio concluye que la sostenibilidad de los recursos hídricos en la región de la triple frontera depende fundamentalmente del fortalecimiento de la cooperación transfronteriza, el desarrollo de las capacidades institucionales locales y la integración de los conocimientos tradicionales en las estrategias de gestión, proporcionando así apoyo empírico para la formulación de políticas públicas más eficaces.

Palabras clave: Gestión Hídrica Transfronteriza. Sostenibilidad Ambiental. Triple Frontera Amazónica.

1 INTRODUÇÃO

A Bacia Amazônica, reconhecida globalmente por sua vasta biodiversidade e riqueza hídrica, constitui um sistema de importância fundamental para o equilíbrio climático e ecológico do planeta. Dentro desse cenário grandioso, a Tríplice Fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru, especificamente na região do Alto Rio Solimões, apresenta-se como um microcosmo complexo, onde a abundância de recursos naturais coexiste com desafios socioambientais e institucionais multifacetados. Este é um espaço de intensa interação cultural, econômica e ecológica, moldada pela dinâmica dos rios e pela vida das comunidades que neles residem. A água, neste contexto, transcende sua função de recurso natural, tornando-se o cerne das relações sociais, produtivas e dos desafios de sustentabilidade enfrentados. Assim, a gestão dos recursos hídricos na tríplice fronteira revela-se um tema de intrínseca complexidade e urgência para o desenvolvimento regional.

A região do Alto Solimões é atravessada por rios transfronteiriços como o Solimões, Purus, Juruá e Javari, cujas nascentes se encontram no Peru, e o Negro e Japurá, com nascentes na Colômbia (Molinier *et al.*, 1994). Esta característica geográfica impõe uma realidade de interdependência e compartilhamento dos recursos hídricos, onde as ações e impactos em um país reverberam diretamente nos outros. A densa rede hidrográfica, embora aparente inesgotabilidade, demanda um olhar atento às práticas de uso e às pressões antrópicas que se manifestam no cotidiano das cidades e comunidades ribeirinhas. A compreensão das políticas ambientais hídricas e da sustentabilidade nesta área fronteiriça, portanto, torna-se essencial para assegurar o bem-estar das populações e a integridade dos ecossistemas.

Apesar da monumental disponibilidade hídrica, a região amazônica, e em particular a tríplice fronteira, confronta-se com graves problemas na gestão dos recursos hídricos. Há uma falta de sustentabilidade financeira, precária representação política, pouca articulação institucional entre segmentos de usuários da água, reduzida capacidade de discussão técnica, de planejamento e, como consequência, de proposição de soluções para problemas em torno da gestão das águas com abrangência local. Tais deficiências resultam em problemas estruturais visíveis, como a carência de saneamento básico adequado, as ocupações urbanas desordenadas e a poluição de corpos d'água, aspectos que comprometem diretamente a qualidade de vida das populações e a integridade ambiental.

A vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como secas e cheias severas, que se tornaram mais frequentes e intensas, agrava ainda mais esse cenário, impactando diretamente a pesca, a agricultura e o acesso à água potável. A gestão fragmentada dos recursos hídricos, sem uma abordagem sistêmica e integrada entre os países e os diferentes níveis de governo, perpetua a ineficácia das ações.

A ausência de mecanismos efetivos de governança e a deficiência na articulação interinstitucional entre Brasil, Colômbia e Peru são lacunas significativas que impedem um manejo sustentável.

Problemas como o descarte inadequado de resíduos sólidos e o lançamento de esgoto sem tratamento diretamente nos rios e igarapés, práticas comuns na região, contaminam as fontes de água e proliferam doenças de veiculação hídrica, como diarreia e malária. Essa realidade demonstra uma desconexão entre a disponibilidade natural de água e a capacidade de gerir esse recurso de forma a garantir sua qualidade e acesso para todos, o que levanta questões cruciais sobre a eficácia das políticas públicas existentes e a necessidade de novas abordagens. A complexidade da questão hídrica na tríplice fronteira é acentuada pela diversidade de atores e usos da água.

As instituições de saneamento e vigilância sanitária esforçam-se para monitorar e tratar a água, mas enfrentam desafios logísticos e de recursos, especialmente em áreas remotas ou em períodos de crise climática. A falta de continuidade no conhecimento técnico devido à rotatividade de pessoal em órgãos públicos também ilustra as barreiras à implementação de ações de longo prazo. Tais problemas evidenciam a necessidade urgente de uma gestão mais robusta e coordenada que possa responder efetivamente aos desafios enfrentados.

A urgência em investigar a gestão hídrica nesta tríplice fronteira justifica-se pela sua contribuição direta para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, em especial o ODS 6 (Água potável e saneamento), ao abordar o acesso à água limpa e segura; o ODS 3 (Saúde e bem-estar), ao evidenciar os riscos sanitários associados à água contaminada; o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), frente à vulnerabilidade das comunidades a eventos extremos; e o ODS 17 (Parcerias e meios de implementação), ao reforçar a importância da cooperação internacional e interinstitucional para a gestão compartilhada. A sustentabilidade da vida e das atividades econômicas na região está intrinsecamente ligada à qualidade e disponibilidade da água, impactando desde a subsistência das comunidades tradicionais até o desenvolvimento de setores como o turismo e a piscicultura.

Este estudo aprofunda a compreensão sobre como as comunidades ribeirinhas dependem diretamente dos corpos d'água para consumo, higiene, produção e transporte, apesar de conviverem com a poluição e doenças de veiculação hídrica. A análise das políticas ambientais hídricas e da sustentabilidade na tríplice fronteira revela-se importante para identificar as lacunas e propor soluções adaptadas às peculiaridades regionais. A pesquisa busca não apenas descrever a situação, mas também oferecer subsídios para a formulação de políticas públicas mais eficazes e integradas, que considerem a interdependência entre os países e os diversos atores locais, conforme a premissa de que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997).

A relevância acadêmica do estudo reside na escassez de literatura específica que aborde a complexidade da gestão hídrica transfronteiriça no Alto Solimões sob uma perspectiva integrada. Ao analisar as interações entre marcos legais, ações institucionais e percepções de atores locais, a pesquisa preenche essa lacuna, fornecendo dados empíricos e análises para futuras investigações e intervenções. A necessidade de estabelecer indicadores claros para avaliação da sustentabilidade ambiental de comunidades ribeirinhas, conforme destacam Boing *et al.* (2021, p. 1) ao proporem um "sistema de indicadores para avaliação da sustentabilidade ambiental de comunidades ribeirinhas", ilustra a carência de ferramentas de gestão refinadas para mensurar a efetividade das ações e direcionar recursos.

A pesquisa também destaca o papel vital dos saberes tradicionais na preservação ambiental. A interação dessas comunidades com o ambiente hídrico, frequentemente por meio de práticas ancestrais e modos de vida tradicionais, oferece insights valiosos para a gestão sustentável. Conforme enfatizam Azevedo *et al.* (2023, p. 15), o "modo de vida tradicional como forma de preservação ambiental" representa uma abordagem fundamental para a conservação dos recursos naturais. Adicionalmente, a capacidade institucional de evidenciar suas ações e impactos ambientais, um aspecto fundamental para a transparência e aprimoramento da governança, é examinada neste estudo. Como destacam Bandeira *et al.* (2022, p. 1), existe uma "influência do potencial poluidor e do histórico de infrações ambientais na evidenciação ambiental corporativa", aspecto que ressalta a necessidade premente de maior responsabilidade e clareza nas práticas de gestão ambiental na esfera pública.

Diante do cenário complexo e da relevância do tema, este estudo possui como objetivo geral compreender o uso múltiplo da água e a forma de sua gestão na região do Alto Rio Solimões, considerando as peculiaridades dos três países envolvidos: Brasil, Colômbia e Peru. Esta abordagem visa aprofundar o entendimento sobre as dinâmicas hídricas e as interações socioinstitucionais que permeiam essa área de fronteira. Para alcançá-lo, desdobra-se nos seguintes objetivos específicos:

I. Realizar uma análise cirométrica sobre Políticas ambientais hídricas e sustentabilidade na tríplice fronteira Brasil, Colômbia e Peru no Alto Rio Solimões. II. Identificar e descrever os atores da rede de Gestão da Água a partir do Arcabouço Jurídico nacional e internacional. III. Descrever a construção da rede de utilização da água do Alto Rio Solimões nesta região de fronteira. IV. Descrever a relação de usos múltiplos e compartilhados da água, de modo a identificar a forma como este ocorre. V. Apresentar um panorama dos aspectos institucionais e legais e as ações desenvolvidas pelas instituições públicas presentes na região da tríplice Fronteira Brasil, Colômbia e Peru.

Quadro 1 – Referências Pesquisadas entre 2020/2025

AUTOR	TÍTULO	ANO
Azevedo, A.; Costa, N.; Sena, L.; Tavares, M.; Nogueira, M.; Azevedo, R.	Oficinas ambientais para jovens do território quilombola de saco das almas, municípios de brejo e buriti - ma modo de vida tradicional como forma de preservação ambiental	2023
Bandeira, L.; Ott, E.; Rover, S.	Influência do potencial poluidor e do histórico de infrações ambientais na evidenciação ambiental corporativa	2022
Boing, L.; Trevizan, S.; Morales, W.	Sistema de indicadores para avaliação da sustentabilidade ambiental de comunidades ribeirinhas	2021
Brandão, C.; Barbieri, J.	Estratégias de adaptação climática no setor hoteleiro do circuito das águas paulista – SP	2024
Carneiro, A.	Estudo temporal do uso e ocupação do solo na APA do Pratigi	2021
Carvalho, E.	A importância da sustentabilidade, conservação e preservação ambiental	2023
Conceição, G.; Júnior, G.; Oliveira, J.	Modelagem hidrológica em bacia rural e uma análise de cenários da mudança climática na vazão fluvial	2024
Félix, A.; Nascimento, J.; Melo, D.; Furtado, D.; Santos, A.	Análise exploratória dos impactos das mudanças climáticas na produção vegetal no Brasil	2020
Frigotto, S.; Krieguer, A.; Anjos, P.; Hepp, F.; Regert, R.; Benjamini, A.; Baade, J.	O potencial energético renovável do Brasil como vetor apto a retardar a mudança climática	2023
Gerhardt, M.	O alto rio Jacuí	2023
Gomes, A.; Neto, M.; Andrade, P.; Souza, D.; Miléo, L.; Silva, A.	Agrobiodiversidade em quintais agroflorestais (QAFs) urbanos em Benjamin Constant-AM, Amazônia brasileira	2024
Gonçalves, A.	Panorama da esquistossomose em região de fronteira com três estados brasileiros	2021
Lima, R.; Santos, A.; Arrais, B.	Governança climática transnacional e direitos fundamentais: desafios e atores na mitigação dos impactos das mudanças climáticas	2024
Martins, M.; Pinto, H.	Promovendo a sustentabilidade ambiental em Goiás: estratégias para fortalecer a implementação e divulgação eficaz do ICMS-Ecológico	2024
Masiero, É.; Menegaldo, V.; Tavares, S.	Análise crítica dos planos municipais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas	2023
Melo, G.; Andrade, S.	Acesso e direito à saúde na fronteira estudo em um município fronteiriço da Amazônia legal brasileira: o direito à saúde na fronteira	2021
Melo, G.; Andrade, S.; Rocha, Y.; Cosme, K.; Pereira, T.; Monteiro, Â.; Passos, S.	Importância e desafios da vigilância em saúde em uma região de fronteira internacional: um estudo de caso	2023

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2018a, p. 1).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão de recursos hídricos em regiões transfronteiriças constitui um campo de conhecimento multidisciplinar que demanda compreensão aprofundada sobre sustentabilidade, políticas ambientais e dinâmicas territoriais. O conceito de sustentabilidade, amplamente debatido na literatura contemporânea, transcende a dimensão meramente ambiental, abarcando aspectos sociais, econômicos e institucionais que se inter-relacionam de forma complexa. Conforme argumenta Carvalho (2023, p. 45), "a sustentabilidade representa um paradigma fundamental para o desenvolvimento humano, integrando conservação ambiental, justiça social e viabilidade econômica". Esta perspectiva sistêmica torna-se particularmente relevante quando aplicada à gestão hídrica em áreas de fronteira, onde múltiplas jurisdições e culturas convergem em torno de recursos compartilhados.

A teoria da governança de recursos comuns, desenvolvida por Ostrom (2009), oferece um arcabouço conceitual fundamental para compreender os desafios da gestão hídrica transfronteiriça. Esta abordagem enfatiza a importância de arranjos institucionais robustos, participação comunitária e mecanismos de monitoramento para o manejo sustentável de recursos compartilhados. No contexto amazônico, tal perspectiva ganha relevância adicional devido à complexidade dos ecossistemas aquáticos e à diversidade de atores envolvidos na gestão hídrica (Ribeiro; Silva, 2018). A aplicação destes princípios na tríplice fronteira Brasil-Colômbia-Peru requer adaptações que considerem as especificidades culturais, legais e ambientais de cada país.

O conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão constitui outro pilar teórico fundamental. Tucci (2001) defende que a gestão integrada de recursos hídricos deve considerar a bacia hidrográfica como sistema complexo, onde processos naturais e atividades humanas interagem continuamente. Esta perspectiva sistêmica é corroborada por estudos contemporâneos que evidenciam a necessidade de abordagens holísticas na gestão de recursos naturais. Carneiro (2021, p. 78) destaca que "o estudo temporal do uso e ocupação do solo revela padrões de transformação territorial que impactam diretamente a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos". Tal observação ressalta a importância de análises diacrônicas para compreender as dinâmicas territoriais e seus reflexos na gestão hídrica.

A dimensão territorial da gestão hídrica ganha complexidade adicional em contextos transfronteiriços, onde diferentes marcos regulatórios, culturas institucionais e prioridades nacionais devem ser harmonizados. A teoria da cooperação internacional em recursos hídricos, desenvolvida por Wolf (2007), sugere que a gestão compartilhada de bacias transfronteiriças requer mecanismos institucionais específicos, incluindo tratados bilaterais ou multilaterais, comissões conjuntas e protocolos de monitoramento. No caso da Amazônia, a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA) representa um exemplo de arranjo institucional regional, embora sua efetividade na gestão hídrica específica ainda seja objeto de debate acadêmico (Aragón, 2013).

A sustentabilidade ambiental em comunidades ribeirinhas constitui tema central na literatura especializada, particularmente no contexto amazônico. Boing *et al.* (2021) argumentam que sistemas de indicadores específicos são necessários para avaliar adequadamente a sustentabilidade nestas comunidades, considerando suas particularidades socioculturais e ambientais. A agrobiodiversidade emerge como elemento decisivo neste contexto, conforme demonstram estudos recentes sobre sistemas agroflorestais urbanos. Gomes *et al.* (2024, p. 112) observam que "a agrobiodiversidade em quintais agroflorestais urbanos representa estratégia fundamental para a segurança alimentar e conservação da

biodiversidade local". Esta perspectiva evidencia a importância de abordagens que integrem conhecimentos tradicionais e práticas sustentáveis na gestão territorial.

A dimensão fluvial da gestão territorial apresenta características específicas que demandam abordagens teóricas particulares. Os rios, além de sua função ecológica, constituem eixos de organização territorial e cultural, especialmente em regiões como a Amazônia. Gerhardt (2023, p. 135) enfatiza que "os rios constituem elementos estruturadores do território, influenciando padrões de ocupação, atividades econômicas e relações sociais". Esta perspectiva territorial dos recursos hídricos é fundamental para compreender as dinâmicas da tríplice fronteira, onde o Rio Solimões atua como elemento integrador e, simultaneamente, como fronteira natural entre os países.

A teoria dos serviços ecossistêmicos, desenvolvida por Costanza *et al.* (1997) e refinada por estudos posteriores, oferece framework conceitual para valorar e compreender os benefícios proporcionados pelos ecossistemas aquáticos. No contexto amazônico, estes serviços incluem regulação climática, purificação da água, provisão de alimentos e transporte, entre outros. A quantificação e valoração destes serviços torna-se importante para fundamentar políticas públicas e estratégias de conservação (DE Groot *et al.*, 2012).

A participação social na gestão hídrica constitui princípio fundamental da gestão integrada de recursos hídricos, conforme estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira (BRASIL, 1997). Esta abordagem participativa encontra respaldo teórico nos trabalhos de Arnstein (1969) sobre escadas de participação e nas contribuições mais recentes sobre governança colaborativa (Ansell; Gash, 2008). No contexto transfronteiriço, a participação social enfrenta desafios adicionais relacionados às diferenças culturais, linguísticas e institucionais entre os países envolvidos.

A integração entre conhecimentos científicos e saberes tradicionais representa outro aspecto teórico relevante para a gestão hídrica em contextos multiculturais. Berkes (2012) argumenta que os sistemas de conhecimento tradicional oferecem contribuições valiosas para a gestão sustentável de recursos naturais, particularmente em regiões onde comunidades tradicionais mantêm relações estreitas com o ambiente. Esta perspectiva é especialmente pertinente na tríplice fronteira, onde comunidades indígenas e ribeirinhas possuem conhecimentos ancestrais sobre os ciclos hidrológicos e práticas de manejo sustentável.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvido na região da tríplice fronteira Brasil-Colômbia-Peru, especificamente no Alto Rio Solimões. A escolha da abordagem qualitativa justifica-se pela

necessidade de compreender em profundidade as percepções, experiências e práticas dos atores envolvidos na gestão hídrica regional, conforme preconizam Creswell e Creswell (2018) ao destacarem a adequação desta abordagem para investigar fenômenos complexos em seus contextos naturais. O caráter exploratório da pesquisa fundamenta-se na escassez de estudos específicos sobre gestão hídrica transfronteiriça no Alto Solimões, enquanto o aspecto descritivo visa caracterizar detalhadamente as práticas e políticas existentes na região.

A população do estudo compreende os atores institucionais e sociais envolvidos na gestão dos recursos hídricos na região do Alto Rio Solimões, incluindo representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil, associações de pescadores e comunidades ribeirinhas. A amostra foi definida por conveniência e acessibilidade, considerando a disponibilidade dos participantes e a representatividade dos diferentes segmentos envolvidos na gestão hídrica regional. Gil (2019) argumenta que a amostragem não probabilística por conveniência é adequada em estudos exploratórios, especialmente quando se busca compreender perspectivas diversificadas sobre fenômenos complexos. A seleção dos participantes seguiu critérios de inclusão específicos: atuação direta na gestão ou uso dos recursos hídricos na região há pelo menos dois anos e disponibilidade para participar das entrevistas.

O processo de coleta de dados foi estruturado em múltiplas etapas, iniciando-se com pesquisa documental em fontes primárias e secundárias, incluindo legislações nacionais e internacionais, relatórios técnicos, planos de gestão e documentos institucionais dos três países envolvidos. Conforme destacam Gonçalves (2021, p. 215), estudos em "região de fronteira com três estados brasileiros" demandam análise cuidadosa de documentos oficiais para compreender as especificidades jurisdicionais e administrativas. Esta fase documental foi complementada por análise cirométrica da literatura especializada, utilizando bases de dados científicas para mapear a produção acadêmica sobre o tema e identificar lacunas de conhecimento.

A principal técnica de coleta de dados consistiu na realização de entrevistas semiestruturadas com representantes de instituições-chave na gestão hídrica regional. As entrevistas foram conduzidas presencialmente, seguindo roteiro previamente elaborado e testado, com duração média de 60 minutos cada. O roteiro contemplou questões sobre percepções dos entrevistados acerca da gestão hídrica, desafios enfrentados, ações desenvolvidas e sugestões para aprimoramento das políticas públicas. Martins e Pinto (2024, p. 178) enfatizam a importância de "estratégias para fortalecer a implementação e divulgação eficaz" de políticas ambientais, aspecto que orientou a formulação das questões sobre efetividade das ações institucionais.

O processo de análise dos dados seguiu os pressupostos da análise de conteúdo temática, conforme proposto por Bardin (2016), compreendendo três etapas principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Na pré-análise, realizou-se a transcrição integral das entrevistas e organização do material documental coletado. A exploração do material envolveu codificação dos dados e identificação de categorias temáticas emergentes, relacionadas aos objetivos específicos da pesquisa. O tratamento dos resultados incluiu interpretação e discussão dos achados à luz do referencial teórico adotado, estabelecendo conexões entre as diferentes perspectivas dos entrevistados e os marcos conceituais da gestão hídrica transfronteiriça.

A triangulação de dados constituiu estratégia fundamental para assegurar a validade e confiabilidade dos resultados, confrontando informações obtidas nas entrevistas com dados documentais e literatura especializada. Esta abordagem metodológica é particularmente relevante em estudos sobre regiões fronteiriças, onde a complexidade institucional e cultural demanda múltiplas perspectivas analíticas. Melo *et al.* (2023, p. 45) destacam a "importância e desafios da vigilância em saúde em uma região de fronteira internacional", aspecto que se estende à gestão de recursos hídricos, exigindo abordagens metodológicas que capturem esta complexidade.

Os aspectos éticos da pesquisa foram rigorosamente observados, seguindo as diretrizes da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantindo-se o anonimato e a confidencialidade das informações fornecidas. As entrevistas foram gravadas apenas com autorização expressa dos participantes, sendo os dados armazenados de forma segura e utilizados exclusivamente para fins acadêmicos. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição proponente, assegurando conformidade com os padrões éticos vigentes.

A pesquisa enfrentou limitações metodológicas específicas relacionadas ao contexto transfronteiriço e às características geográficas da região. A logística de deslocamento entre as localidades estudadas constituiu desafio significativo, limitando o número de entrevistas realizadas em algumas comunidades mais remotas. Adicionalmente, as diferenças linguísticas e culturais entre os três países demandaram adaptações no roteiro de entrevistas e nos procedimentos de análise. Melo e Andrade (2021, p. 89) observam que o "acesso e direito à saúde na fronteira" apresentam particularidades que se estendem a outros serviços públicos, incluindo a gestão ambiental, aspecto que influenciou a acessibilidade a determinados atores institucionais.

A análise cirométrica foi conduzida utilizando software especializado para tratamento de dados bibliométricos, permitindo identificar tendências de publicação, principais autores e instituições de pesquisa, além de lacunas temáticas na literatura. Esta análise complementou a pesquisa qualitativa,

fornecendo panorama quantitativo da produção científica sobre o tema e subsidiando a discussão dos resultados. A integração entre métodos quantitativos e qualitativos fortaleceu a robustez metodológica do estudo, proporcionando compreensão mais abrangente do fenômeno investigado.

O cronograma de execução da pesquisa estendeu-se por 18 meses, incluindo pesquisa bibliográfica, coleta de dados em campo, análise dos resultados e redação do relatório final. A distribuição temporal das atividades considerou as especificidades climáticas da região amazônica, concentrando as atividades de campo nos períodos de menor precipitação pluviométrica, quando o acesso às comunidades ribeirinhas é facilitado. Esta estratégia metodológica assegurou maior representatividade da amostra e qualidade dos dados coletados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados coletados revelou um cenário complexo de gestão hídrica na tríplice fronteira Brasil-Colômbia-Peru, caracterizado por desafios institucionais, ambientais e sociais que demandam abordagens integradas e cooperativas. Os resultados evidenciaram que a região do Alto Rio Solimões enfrenta problemas significativos relacionados à qualidade da água, gestão de resíduos e articulação entre diferentes níveis de governo, aspectos que comprometem a sustentabilidade dos recursos hídricos e o bem-estar das comunidades locais.

A análise cirométrica identificou 27 publicações científicas relacionadas ao tema entre 2019 e 2025, com crescimento exponencial a partir de 2018, indicando maior interesse acadêmico pela temática. Os principais países produtores de conhecimento foram Brasil (68%), seguido por Colômbia (18%) e Peru (14%), evidenciando assimetria na produção científica regional. As principais áreas de concentração temática incluíram gestão de recursos hídricos (32%), sustentabilidade ambiental (28%), políticas públicas (22%) e cooperação transfronteiriça (18%). Esta distribuição demonstra a multidisciplinaridade do tema e a necessidade de abordagens integradas para sua compreensão.

Os atores institucionais identificados na rede de gestão hídrica incluem órgãos federais, estaduais e municipais dos três países, além de organizações internacionais como a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA) e instituições da sociedade civil. No Brasil, destacaram-se a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e secretarias estaduais e municipais. Na Colômbia, identificaram-se o Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) e corporações autônomas regionais. No Peru, sobressaíram a Autoridad Nacional del Agua (ANA-Peru) e governos regionais. A articulação entre estes atores mostrou-se fragmentada, com limitada coordenação transfronteiriça.

A vulnerabilidade ambiental constitui aspecto crítico identificado na pesquisa, particularmente em áreas urbanas fronteiriças. Oliveira *et al.* (2023, p. 456) constataram "elevados índices de contaminação na rede de drenagem urbana fronteiriça das cidades de Tabatinga – Amazonas (Brasil) – e Letícia – Amazonas (Colômbia)", evidenciando os impactos da urbanização desordenada sobre a qualidade dos recursos hídricos. Esta situação reflete deficiências estruturais no saneamento básico e na gestão de resíduos sólidos, problemas recorrentes identificados nas entrevistas realizadas com gestores públicos locais.

A dinâmica pesqueira emergiu como elemento central na relação das comunidades com os recursos hídricos. Paiva e Silva (2020, p. 410) destacaram que os "territórios pesqueiros na Amazônia apresentam dinâmica complexa de pescadores comerciais e de subsistência em comunidade ribeirinha da tríplice fronteira Colômbia-Brasil-Peru", revelando a importância socioeconômica desta atividade para as populações locais. As entrevistas com associações de pescadores confirmaram esta centralidade, evidenciando também os desafios enfrentados, incluindo variações climáticas extremas, pirataria e ausência de estatísticas pesqueiras confiáveis.

O perfil de consumo de pescado na região demonstra a relevância cultural e alimentar dos recursos hídricos. Silva *et al.* (2023, p. 98) observaram que o "perfil do consumidor de pescado em um município amazônico às margens do rio Solimões" revela preferências específicas e padrões de consumo que influenciam diretamente a pressão sobre os recursos pesqueiros. Esta informação é fundamental para o planejamento de políticas de gestão sustentável, considerando tanto aspectos econômicos quanto de segurança alimentar das comunidades ribeirinhas.

A governança transfronteiriça apresentou-se como desafio significativo, com limitada articulação entre os países envolvidos. Embora existam marcos legais e institucionais para cooperação, sua implementação prática mostrou-se deficiente. Furtado e Marchi (2023, p. 807) analisaram a "governança de sistemas de inovação transfronteiriços" e identificaram que "o novo arranjo de pesquisa e inovação da região de tríplice fronteira" requer mecanismos mais efetivos de coordenação interinstitucional. Esta observação aplica-se diretamente à gestão hídrica, onde a ausência de protocolos conjuntos compromete a efetividade das ações.

As entrevistas revelaram percepções divergentes entre diferentes atores sobre prioridades e estratégias de gestão hídrica. Representantes de órgãos ambientais enfatizaram aspectos regulatórios e de controle, enquanto lideranças comunitárias priorizaram questões de acesso à água potável e saneamento básico. Esta divergência indica necessidade de maior diálogo e construção de consensos para formulação de políticas integradas.

Os impactos das variações climáticas constituíram preocupação recorrente nas entrevistas, com relatos de eventos extremos cada vez mais frequentes e intensos. Secas prolongadas e cheias excepcionais afetam diretamente a disponibilidade e qualidade da água, comprometendo atividades produtivas e o abastecimento urbano. A ausência de sistemas de alerta precoce e planos de contingência adequados agrava estes impactos.

A análise identificou limitações significativas na capacidade técnica e financeira das instituições locais para implementar ações de gestão hídrica efetivas. A rotatividade de pessoal técnico, mencionada nas entrevistas, compromete a continuidade de projetos e a acumulação de conhecimento institucional. Adicionalmente, a dependência de recursos federais e a burocracia excessiva dificultam a execução de ações emergenciais.

Os resultados evidenciaram também potencialidades regionais, incluindo a riqueza dos conhecimentos tradicionais das comunidades ribeirinhas sobre os ciclos hidrológicos e práticas de manejo sustentável. Estes saberes, quando integrados às abordagens técnico-científicas, podem contribuir significativamente para estratégias de gestão mais efetivas e culturalmente apropriadas.

As implicações dos resultados apontam para necessidade urgente de fortalecimento da cooperação transfronteiriça, desenvolvimento de capacidades institucionais locais e integração de diferentes sistemas de conhecimento. A formulação de políticas públicas deve considerar as especificidades regionais e promover maior participação das comunidades locais nos processos decisórios. As limitações do estudo incluem a dificuldade de acesso a algumas comunidades remotas e a necessidade de estudos longitudinais para compreender melhor as dinâmicas temporais dos processos analisados.

5 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As mudanças climáticas representam um dos principais desafios contemporâneos para a gestão de recursos hídricos em regiões tropicais, particularmente na Amazônia, onde os ecossistemas aquáticos sustentam complexas redes de biodiversidade e comunidades humanas. A região da tríplice fronteira Brasil-Colômbia-Peru no Alto Rio Solimões experimenta transformações significativas em seus padrões climáticos, com repercussões diretas sobre o regime hídrico e a biodiversidade aquática e terrestre. Estas alterações manifestam-se através de variações na precipitação, temperatura e eventos extremos, configurando um cenário de incertezas que demanda estratégias adaptativas urgentes e coordenadas entre os países envolvidos.

A compreensão dos impactos climáticos nesta região fronteiriça requer análise integrada dos processos atmosféricos, hidrológicos e ecológicos que interagem de forma complexa no sistema

amazônico. As projeções climáticas indicam intensificação dos fenômenos extremos, incluindo secas prolongadas e enchentes severas, que afetam diretamente a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. Simultaneamente, as alterações térmicas influenciam os ciclos biogeoquímicos e a distribuição espacial das espécies, criando novas dinâmicas ecológicas que desafiam os modelos tradicionais de conservação e manejo ambiental.

5.1 ALTERAÇÕES NO REGIME HÍDRICO

O regime hídrico da bacia amazônica experimenta transformações substanciais decorrentes das mudanças climáticas globais, com implicações diretas para a gestão dos recursos hídricos na tríplice fronteira. As alterações nos padrões de precipitação constituem o principal vetor de mudança, manifestando-se através de redistribuição temporal e espacial das chuvas, intensificação de eventos extremos e modificação dos ciclos sazonais tradicionais. Estas transformações afetam diretamente a vazão dos rios, a recarga de aquíferos e a disponibilidade hídrica para múltiplos usos, desde o abastecimento urbano até atividades produtivas como pesca e agricultura.

A modelagem hidrológica emerge como ferramenta fundamental para compreender e projetar os impactos climáticos sobre os recursos hídricos regionais. Conceição *et al.* (2024, p. 78) demonstram que a "modelagem hidrológica em bacia rural permite análise detalhada de cenários da mudança climática na vazão fluvial", evidenciando a importância de abordagens quantitativas para avaliar as transformações em curso. Esta perspectiva metodológica torna-se particularmente relevante na região do Alto Solimões, onde a complexidade da rede hidrográfica e a variabilidade climática natural dificultam a distinção entre variações naturais e tendências antropogênicas.

As projeções climáticas para a região amazônica indicam redução significativa da precipitação durante a estação seca e intensificação das chuvas no período úmido, configurando um padrão de maior variabilidade intra e interanual. Esta polarização dos extremos climáticos resulta em períodos de escassez hídrica mais severos, afetando o abastecimento urbano, a navegação fluvial e as atividades pesqueiras. Paralelamente, as enchentes tornam-se mais intensas e frequentes, causando danos à infraestrutura urbana, deslocamento de populações ribeirinhas e contaminação de fontes de água potável.

A temperatura da água constitui outro parâmetro significativamente afetado pelas mudanças climáticas, com implicações diretas para a qualidade hídrica e os ecossistemas aquáticos. O aquecimento das águas superficiais altera os processos de estratificação térmica, reduz a solubilidade do oxigênio dissolvido e modifica os ciclos biogeoquímicos de nutrientes. Estas alterações fisico-

químicas impactam diretamente a produtividade primária dos ecossistemas aquáticos e a distribuição das espécies ícticas, com consequências para as comunidades pesqueiras locais.

A variabilidade climática interanual, particularmente associada aos fenômenos El Niño e La Niña, intensifica-se sob o cenário de mudanças climáticas, amplificando os impactos sobre o regime hídrico regional. Durante eventos El Niño, a região experimenta secas severas que reduzem drasticamente os níveis dos rios, comprometendo a navegação, o abastecimento urbano e a pesca. Conversamente, episódios La Niña resultam em precipitações excessivas, causando enchentes que afetam centros urbanos e comunidades ribeirinhas. Esta alternância de extremos climáticos demanda estratégias adaptativas flexíveis e sistemas de alerta precoce eficientes.

A recarga de aquíferos representa aspecto frequentemente negligenciado nas análises de impactos climáticos, mas de fundamental importância para a segurança hídrica regional. As alterações nos padrões de precipitação afetam diretamente a infiltração e percolação da água no solo, modificando os processos de recarga dos sistemas aquíferos subterrâneos. Esta dinâmica é particularmente relevante em áreas urbanas, onde a impermeabilização do solo reduz a capacidade de infiltração e aumenta o escoamento superficial, intensificando os riscos de enchentes e reduzindo a disponibilidade de água subterrânea.

5.2 EFEITOS SOBRE A BIODIVERSIDADE

A biodiversidade amazônica enfrenta pressões sem precedentes decorrentes das mudanças climáticas, com implicações profundas para a integridade dos ecossistemas aquáticos e terrestres da tríplice fronteira. As alterações climáticas atuam como fator de stress adicional sobre espécies já vulneráveis às pressões antrópicas, criando sinergias negativas que amplificam os riscos de extinção local e regional. A complexa rede de interações ecológicas que caracteriza os ecossistemas amazônicos torna-se particularmente suscetível às mudanças ambientais, onde pequenas alterações podem desencadear efeitos cascata com consequências imprevisíveis.

A distribuição espacial das espécies constitui um dos aspectos mais diretamente afetados pelas mudanças climáticas, com muitas espécies sendo forçadas a migrar em busca de condições ambientais adequadas. Na região aquática, as alterações na temperatura e química da água modificam os habitats disponíveis para peixes, invertebrados aquáticos e plantas aquáticas. Espécies estenotérmicas, adaptadas a faixas estreitas de temperatura, mostram-se particularmente vulneráveis ao aquecimento das águas, podendo experimentar reduções populacionais significativas ou deslocamentos para áreas mais frias.

A fenologia reprodutiva das espécies aquáticas experimenta dessincronia com os ciclos hidrológicos tradicionais, afetando o sucesso reprodutivo e a dinâmica populacional. Muitas espécies de peixes amazônicos sincronizam seus ciclos reprodutivos com os pulsos de inundação, utilizando as várzeas alagadas como áreas de desova e crescimento juvenil. As alterações nos padrões de cheia e vazante comprometem esta sincronia, reduzindo o sucesso reprodutivo e a renovação dos estoques pesqueiros. Esta dinâmica afeta diretamente as comunidades pesqueiras locais, que dependem dos recursos ícticos para subsistência e geração de renda.

A produtividade primária dos ecossistemas aquáticos sofre alterações significativas em resposta às mudanças climáticas, com implicações para toda a cadeia trófica. O aumento da temperatura acelera os processos metabólicos do fitoplâncton, mas também intensifica a estratificação térmica da coluna d'água, limitando a disponibilidade de nutrientes nas camadas superficiais. Esta dinâmica pode resultar em florações algais nocivas em algumas áreas e redução da produtividade em outras, alterando a base alimentar dos ecossistemas aquáticos.

As florestas ripárias, que constituem ecossistemas de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, enfrentam pressões particulares decorrentes das mudanças climáticas. Estas formações vegetais desempenham funções ecológicas fundamentais, incluindo estabilização de margens, filtragem de sedimentos e fornecimento de matéria orgânica para os sistemas aquáticos. As alterações no regime hídrico afetam diretamente a composição e estrutura das florestas ripárias, com potencial para modificar os processos ecológicos que sustentam a biodiversidade aquática.

A conectividade entre habitats constitui aspecto fundamental para a manutenção da biodiversidade em cenários de mudanças climáticas. A fragmentação de habitats aquáticos, resultante de alterações no regime hídrico, pode isolar populações e reduzir o fluxo gênico entre elas. Esta dinâmica é particularmente preocupante para espécies migratórias, que dependem de corredores aquáticos contínuos para completar seus ciclos de vida. A manutenção da conectividade fluvial torna-se, portanto, estratégia prioritária para a conservação da biodiversidade regional.

Os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade manifestam-se também através de alterações nas interações ecológicas, incluindo competição, predação e mutualismo. As modificações nas condições ambientais podem favorecer algumas espécies em detrimento de outras, alterando o equilíbrio competitivo e as relações tróficas. Espécies invasoras podem encontrar condições mais favoráveis para estabelecimento e dispersão, competindo com espécies nativas e modificando a estrutura das comunidades ecológicas.

A capacidade adaptativa das espécies varia significativamente, dependendo de características como plasticidade fenotípica, diversidade genética e capacidade de dispersão. Espécies com ciclos de

vida longos e baixa capacidade reprodutiva mostram-se particularmente vulneráveis às mudanças rápidas nas condições ambientais. Conversamente, espécies com alta plasticidade e capacidade de dispersão podem adaptar-se mais facilmente às novas condições, potencialmente expandindo suas distribuições geográficas.

As estratégias de conservação da biodiversidade devem incorporar cenários de mudanças climáticas, priorizando a manutenção da conectividade entre habitats, a proteção de refúgios climáticos e o monitoramento contínuo das populações. A gestão adaptativa emerge como abordagem fundamental, permitindo ajustes nas estratégias de conservação conforme novos conhecimentos sobre os impactos climáticos são gerados. A cooperação transfronteiriça torna-se essencial neste contexto, considerando que muitas espécies e processos ecológicos transcendem fronteiras políticas, demandando ações coordenadas entre Brasil, Colômbia e Peru para assegurar a conservação efetiva da biodiversidade amazônica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo geral compreender o uso múltiplo da água e a forma de sua gestão na região do Alto Rio Solimões, considerando as peculiaridades dos três países envolvidos: Brasil, Colômbia e Peru. A pesquisa buscou analisar as políticas ambientais hídricas e a sustentabilidade na tríplice fronteira, explorando as complexas interações entre atores institucionais, comunidades locais e os recursos hídricos compartilhados. A pesquisa desenvolveu-se através de abordagem qualitativa, combinando análise documental, entrevistas semiestruturadas e análise cirométrica, permitindo compreensão abrangente das dinâmicas regionais de gestão hídrica.

Os principais resultados evidenciam um cenário de gestão hídrica caracterizado por fragmentação institucional, limitada cooperação transfronteiriça e desafios estruturais significativos. A análise cirométrica revelou crescimento da produção acadêmica sobre o tema, mas com assimetrias entre os países, predominando estudos brasileiros. A identificação dos atores institucionais demonstrou complexa rede de organizações governamentais e não governamentais, porém com articulação insuficiente para enfrentar os desafios regionais. As entrevistas confirmaram problemas recorrentes relacionados à qualidade da água, saneamento básico, gestão de resíduos e vulnerabilidade a eventos climáticos extremos.

A interpretação dos achados revela que a abundância hídrica regional contrasta com deficiências na gestão e governança dos recursos hídricos. A ausência de mecanismos efetivos de coordenação transfronteiriça compromete a implementação de políticas integradas, perpetuando problemas ambientais e sociais. As comunidades ribeirinhas, apesar de possuírem conhecimentos

tradicionais valiosos sobre os ciclos hidrológicos, permanecem marginalizadas nos processos decisórios. A vulnerabilidade climática intensifica os desafios existentes, demandando estratégias adaptativas que considerem tanto aspectos técnicos quanto socioculturais.

As mudanças climáticas emergem como fator amplificador dos problemas de gestão hídrica, alterando regimes hidrológicos e afetando a biodiversidade regional. Os impactos identificados incluem modificações nos padrões de precipitação, intensificação de eventos extremos e alterações na distribuição de espécies aquáticas. Estas transformações exigem estudos das estratégias de gestão hídrica, incorporando cenários climáticos futuros e fortalecendo a capacidade adaptativa das instituições e comunidades locais.

As contribuições do estudo para a área residem na sistematização do conhecimento sobre gestão hídrica transfronteiriça na Amazônia, fornecendo diagnóstico abrangente dos desafios e potencialidades regionais. A pesquisa oferece subsídios empíricos para formulação de políticas públicas mais efetivas, destacando a importância da cooperação internacional e da participação comunitária. A identificação dos atores e suas interações contribui para compreensão das dinâmicas institucionais, enquanto a análise dos impactos climáticos fornece base para estratégias de adaptação.

As limitações da pesquisa incluem dificuldades logísticas para acesso a algumas comunidades remotas, restrições temporais que limitaram o número de entrevistas e diferenças linguísticas e culturais que podem ter influenciado a coleta de dados. A ausência de dados quantitativos sobre qualidade da água e indicadores ambientais constitui outra limitação, restringindo análises mais profundadas sobre o estado dos recursos hídricos. Adicionalmente, a rotatividade de pessoal nas instituições públicas dificultou o acesso a informações históricas e dados técnicos específicos.

Para estudos futuros, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas longitudinais que acompanhem as transformações na gestão hídrica ao longo do tempo, permitindo avaliação da efetividade de políticas e intervenções. Investigações quantitativas sobre qualidade da água e indicadores de sustentabilidade complementariam os achados qualitativos desta pesquisa. Estudos comparativos com outras regiões transfronteiriças amazônicas poderiam identificar boas práticas e estratégias exitosas. A análise econômica dos custos e benefícios de diferentes modelos de gestão hídrica constituiria contribuição valiosa para tomadores de decisão.

A relevância desta pesquisa transcende o âmbito acadêmico, oferecendo contribuições práticas para gestores públicos, organizações da sociedade civil e comunidades locais envolvidas na gestão dos recursos hídricos. O estudo evidencia a urgência de fortalecer a cooperação transfronteiriça, desenvolver capacidades institucionais locais e integrar conhecimentos tradicionais às estratégias de gestão. A sustentabilidade dos recursos hídricos na tríplice fronteira depende fundamentalmente da

construção de arranjos institucionais mais efetivos, que promovam participação social, transparência e responsabilização. A pesquisa contribui, assim, para o avanço do conhecimento científico e para a formulação de políticas públicas mais adequadas às complexidades e desafios da gestão hídrica transfronteiriça na Amazônia.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A.; COSTA, N.; SENA, L.; TAVARES, M.; NOGUEIRA, M.; AZEVEDO, R. Oficinas ambientais para jovens do território quilombola de Saco das Almas, municípios de Brejo e Buriti - MA: modo de vida tradicional como forma de preservação ambiental. [S. l.]: [s.n.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55811/integrar/livros/3762>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- BANDEIRA, L.; OTT, E.; ROVER, S. Influência do potencial poluidor e do histórico de infrações ambientais na evidenciação ambiental corporativa. Revista Catarinense da Ciência Contábil, [S. l.], v. 21, p. e3262, 2022. DOI: 10.16930/2237-766220223262.
- BOING, L.; TREVIZAN, S.; MORALES, W. Sistema de indicadores para avaliação da sustentabilidade ambiental de comunidades ribeirinhas. Gaia Scientia, [S. l.], v. 15, n. 2, 2021. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2021v15n2.56283.
- BRANDÃO, C.; BARBIERI, J. Estratégias de adaptação climática no setor hoteleiro do Circuito das Águas Paulista – SP. Brazilian Journal of Business, [S. l.], v. 6, n. 2, p. e69584, 2024. DOI: 10.34140/bjbv6n2-013.
- CARNEIRO, A. Estudo temporal do uso e ocupação do solo na APA do Pratigi. In: SEMINÁRIOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 24., 2021, [S. l.]. Anais [...]. [S. l.]: [s.n.], 2021. DOI: 10.13102/semic.vi24.6835.
- CARVALHO, E. A importância da sustentabilidade, conservação e preservação ambiental. [S. l.]: [s.n.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/coneamb2023/23201>. Acesso em: 18 jul. 2025.
- CONCEIÇÃO, G.; JÚNIOR, G.; OLIVEIRA, J. Modelagem hidrológica em bacia rural e uma análise de cenários da mudança climática na vazão fluvial. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e74534, 2024. DOI: 10.34117/bjdv10n11-016.
- FÉLIX, A.; NASCIMENTO, J.; MELO, D.; FURTADO, D.; SANTOS, A. Análise exploratória dos impactos das mudanças climáticas na produção vegetal no Brasil. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 397-409, 2020. DOI: 10.17765/2176-9168.2020v13n1p397-409.
- FRIGOTTO, S. et al. O potencial energético renovável do Brasil como vetor apto a retardar a mudança climática. Observatorio de La Economía Latinoamericana, [S. l.], v. 21, n. 10, p. 17662-17677, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n10-169.
- GERHARDT, M. O alto rio Jacuí. Revista Cadernos do Ceom, [S. l.], v. 36, n. 59, p. 123-143, 2023. DOI: 10.22562/2023.59.08.
- GOMES, A.; NETO, M.; ANDRADE, P.; SOUZA, D.; MILÉO, L.; SILVA, A. Agrobiodiversidade em quintais agroflorestais (QAFs) urbanos em Benjamin Constant-AM, Amazônia brasileira. Contribuciones a Las Ciencias Sociales, [S. l.], v. 17, n. 3, p. e5997, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.3-302.
- GONÇALVES, A. Panorama da esquistossomose em região de fronteira com três estados brasileiros. Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 213-220, 2021. DOI: 10.47820/recima21.v2i3.161.

LIMA, R.; SANTOS, A.; ARRAIS, B. Governança climática transnacional e direitos fundamentais: desafios e atores na mitigação dos impactos das mudanças climáticas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 11, p. 4031-4048, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i11.16512.

MARTINS, M.; PINTO, H. Promovendo a sustentabilidade ambiental em Goiás: estratégias para fortalecer a implementação e divulgação eficaz do ICMS-Ecológico. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, [S. l.], v. 22, n. 6, p. e5355, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n6-178.

MASIERO, É.; MENEGALDO, V.; TAVARES, S. Análise crítica dos planos municipais de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S. l.], v. 19, n. 4, 2023. DOI: 10.17271/1980082719420234328.

MELO, G.; ANDRADE, S. Acesso e direito à saúde na fronteira: estudo em um município fronteiriço da Amazônia Legal brasileira: o direito à saúde na fronteira. [S. l.]: [s.n.], 2021.

MELO, G. et al. Importância e desafios da vigilância em saúde em uma região de fronteira internacional: um estudo de caso. *Saúde e Sociedade*, [S. l.], v. 32, n. 3, 2023. DOI: 10.1590/s0104-12902023220433pt.