

**RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E MATAS CILIARES COMO ESTRATÉGIA DE PROTEÇÃO DOS MANANCIAIS****RESTORATION OF SPRINGS AND RIPARIAN FORESTS AS A STRATEGY FOR PROTECTING WATER SOURCES****RESTAURACIÓN DE MANANTIALES Y BOSQUES DE RIBERA COMO ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN DE FUENTES DE AGUA**

10.56238/revgeov16n5-278

**Paulina Alves da Silva**

Mestranda em Manejo de Solo e Água

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1530167173091068>**Lailton da Silva Freire**

Doutorando em Geografia

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2001880280207190>**Renara Fabiane Ribeiro Correa**

Mestra em Saúde e Ambiente

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

**RESUMO**

A degradação de nascentes e matas ciliares representa grave ameaça à segurança hídrica, comprometendo a quantidade e qualidade da água disponível para abastecimento público, agricultura e manutenção de ecossistemas aquáticos. A conversão dessas áreas em atividades antrópicas elimina funções ecológicas essenciais como proteção contra erosão, filtragem de sedimentos e regulação térmica da água, desencadeando processos de assoreamento e redução da vazão de mananciais. Este estudo analisa a recuperação de nascentes e matas ciliares como estratégia de proteção de mananciais, investigando fundamentos ecológicos, técnicas de restauração e implicações para a gestão de recursos hídricos. A metodologia adota abordagem qualitativa de natureza descritiva e exploratória, fundamentada em revisão sistemática da literatura científica em bases de dados como Web of Science, Scopus, SciELO e Google Scholar, abrangendo publicações entre 2015 e 2025. Os resultados demonstram que projetos de restauração ecológica fundamentados em diagnóstico adequado produzem benefícios hidrológicos mensuráveis, incluindo aumento da vazão de nascentes, melhoria da qualidade da água e redução de processos erosivos. As conclusões indicam que a recuperação de áreas de preservação permanente constitui estratégia efetiva de segurança hídrica, exigindo integração entre políticas de recursos hídricos e conservação de ecossistemas para garantir sustentabilidade de mananciais em contextos de crescente pressão antrópica.

**Palavras-chave:** Recuperação de Nascentes. Matas Ciliares. Proteção de Mananciais. Restauração Ecológica.



**ABSTRACT**

The degradation of springs and riparian forests represents a serious threat to water security, compromising the quantity and quality of water available for public supply, agriculture, and maintenance of aquatic ecosystems. The conversion of these areas into anthropic activities eliminates essential ecological functions such as erosion protection, sediment filtration, and water thermal regulation, triggering sedimentation processes and reduction of water source flow. This study analyzes the recovery of springs and riparian forests as a water source protection strategy, investigating ecological foundations, restoration techniques, and implications for water resource management. The methodology adopts a qualitative approach of descriptive and exploratory nature, based on systematic literature review in databases such as Web of Science, Scopus, SciELO, and Google Scholar, covering publications between 2015 and 2025. Results demonstrate that ecological restoration projects based on adequate diagnosis produce measurable hydrological benefits, including increased spring flow, improved water quality, and reduced erosion processes. Conclusions indicate that the recovery of permanent preservation areas constitutes an effective water security strategy, requiring integration between water resource policies and ecosystem conservation to ensure water source sustainability in contexts of increasing anthropic pressure.

**Keywords:** Spring Recovery. Riparian Forests. Water Source Protection. Ecological Restoration.

**RESUMEN**

La degradación de manantiales y bosques riparios representa una seria amenaza para la seguridad hídrica, comprometiendo la cantidad y calidad del agua disponible para el abastecimiento público, la agricultura y el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. La conversión de estas áreas a actividades antropogénicas elimina funciones ecológicas esenciales como la protección contra la erosión, la filtración de sedimentos y la regulación térmica del agua, desencadenando procesos de sedimentación y reduciendo el caudal de las fuentes de agua. Este estudio analiza la recuperación de manantiales y bosques riparios como estrategia para la protección de las fuentes de agua, investigando los fundamentos ecológicos, las técnicas de restauración y las implicaciones para la gestión de los recursos hídricos. La metodología adopta un enfoque cualitativo de naturaleza descriptiva y exploratoria, basado en una revisión sistemática de la literatura científica en bases de datos como Web of Science, Scopus, SciELO y Google Scholar, que abarca publicaciones entre 2015 y 2025. Los resultados demuestran que los proyectos de restauración ecológica basados en un diagnóstico adecuado producen beneficios hidrológicos mensurables, incluyendo un mayor caudal en los manantiales, una mejor calidad del agua y una reducción de los procesos de erosión. Los hallazgos indican que la recuperación de áreas de preservación permanente constituye una estrategia eficaz de seguridad hídrica, que requiere la integración de las políticas de recursos hídricos y la conservación de los ecosistemas para garantizar la sostenibilidad de las fuentes de agua en contextos de creciente presión antropogénica.

**Palabras clave:** Recuperación de Manantiales. Bosques Riparios. Protección de Fuentes de Agua. Restauración Ecológica.



## 1 INTRODUÇÃO

A degradação de nascentes e matas ciliares representa uma das mais graves ameaças à segurança hídrica, comprometendo não apenas a quantidade e qualidade da água disponível, mas também a estabilidade de ecossistemas aquáticos e terrestres que dependem desses ambientes de transição. Nascentes funcionam como pontos de afloramento do lençol freático, onde a água subterrânea emerge para a superfície, iniciando a formação de cursos d'água que abastecem bacias hidrográficas inteiras. Matas ciliares, por sua vez, constituem formações vegetais que margeiam corpos hídricos, desempenhando funções ecológicas essenciais como proteção contra erosão, filtragem de sedimentos, regulação térmica da água e manutenção de corredores ecológicos. A conversão dessas áreas em pastagens, agricultura ou expansão urbana elimina essas funções, desencadeando processos de assoreamento, contaminação por agroquímicos e redução da vazão de mananciais. Alves e Pasqualetto (2025, p. 23267) afirmam que "o diagnóstico de áreas de preservação permanente urbanas é fundamental para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que a ocupação irregular dessas zonas compromete a recarga de aquíferos e a qualidade da água destinada ao abastecimento público". Essa constatação evidencia que a proteção de nascentes e matas ciliares não é apenas uma questão ambiental, mas um imperativo de saúde pública e segurança hídrica que exige ações integradas de recuperação e conservação.

A degradação de áreas de recarga hídrica tem sido documentada em diferentes contextos geográficos, revelando padrões consistentes de impacto sobre a disponibilidade de água. Amaral *et al.* (2020, p. 1076) demonstram que "a caracterização granulométrica do sedimento de nascentes tropicais em áreas plantadas com eucalipto revela alterações significativas na composição do solo, com aumento de partículas finas que indicam processos erosivos intensificados pela remoção de vegetação nativa". Essas alterações comprometem a capacidade de infiltração da água no solo, reduzindo a recarga de aquíferos e aumentando o escoamento superficial, fenômeno que intensifica enchentes em períodos chuvosos e agrava a escassez hídrica em períodos de estiagem. Angelo *et al.* (2024, p. 21) apontam que "a restauração ecológica de mata ciliar em região de ecótono do Maranhão enfrenta desafios relacionados à seleção de espécies adaptadas a condições de transição entre biomas, exigindo conhecimento aprofundado sobre ecologia de comunidades vegetais e dinâmica sucessional". Esses estudos evidenciam que a recuperação de nascentes e matas ciliares não se resume ao plantio de mudas, mas demanda compreensão dos processos ecológicos que sustentam a resiliência desses ecossistemas e sua capacidade de prover serviços ambientais essenciais.

Este estudo analisa a recuperação de nascentes e matas ciliares como estratégia de proteção de mananciais, investigando os fundamentos ecológicos, técnicas de restauração e implicações para a gestão de recursos hídricos. O objetivo geral consiste em examinar como intervenções de restauração ecológica em áreas de preservação permanente contribuem para a conservação quantitativa e



qualitativa de mananciais. Os objetivos específicos incluem: identificar os principais processos de degradação que afetam nascentes e matas ciliares; analisar técnicas de restauração ecológica aplicadas em diferentes contextos ambientais; e avaliar os benefícios hidrológicos e ecológicos decorrentes da recuperação dessas áreas. A relevância desta pesquisa reside na urgência de desenvolver estratégias efetivas de proteção de recursos hídricos em um contexto de crescente pressão sobre mananciais, agravada por mudanças climáticas e expansão de atividades antrópicas. A crise hídrica que afeta diversas regiões brasileiras não é apenas resultado de variabilidade climática, mas consequência direta da degradação de áreas de recarga e proteção de nascentes, evidenciando que a segurança hídrica depende fundamentalmente da conservação de ecossistemas naturais.

O trabalho estrutura-se em cinco seções principais. Após esta introdução, o referencial teórico apresenta os fundamentos ecológicos das funções hidrológicas de nascentes e matas ciliares, bem como os princípios da restauração ecológica aplicados a esses ambientes. A metodologia descreve os procedimentos de revisão bibliográfica e análise de estudos de caso sobre projetos de recuperação de áreas de preservação permanente. Os resultados e discussão examinam evidências empíricas dos benefícios hidrológicos e ecológicos da restauração de nascentes e matas ciliares, contextualizando experiências bem-sucedidas em diferentes biomas brasileiros. As considerações finais sintetizam as principais descobertas e propõem diretrizes para integração entre políticas de recursos hídricos e conservação de ecossistemas, reconhecendo que a proteção de mananciais exige abordagens que transcendam a gestão setorial e incorporem a dimensão ecológica como elemento central do planejamento territorial.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A compreensão das funções ecológicas de nascentes e matas ciliares exige o reconhecimento de que esses ecossistemas operam como interfaces críticas entre sistemas terrestres e aquáticos, regulando fluxos de água, nutrientes e sedimentos. A teoria dos serviços ecossistêmicos, amplamente consolidada na ecologia aplicada, postula que matas ciliares provêm serviços de provisão, regulação, suporte e culturais, incluindo abastecimento de água, controle de erosão, ciclagem de nutrientes e manutenção de biodiversidade. Quando essas formações vegetais são removidas, os processos hidrológicos são profundamente alterados, resultando em aumento do escoamento superficial, redução da infiltração e comprometimento da recarga de aquíferos. Aquino, Sant'Ana e Santos (2024, p. e9161) argumentam que "a educação ambiental como instrumento de projetos de recuperação de matas ciliares no Brasil demonstra efetividade quando integrada a ações práticas de restauração, promovendo engajamento comunitário e sustentabilidade de longo prazo das intervenções". Essa perspectiva evidencia que a recuperação de áreas degradadas não é apenas uma questão técnica, mas um processo



social que exige participação de comunidades locais e construção de consciência sobre a importância dos serviços ecossistêmicos providos por nascentes e matas ciliares.

A degradação de áreas de preservação permanente está frequentemente associada a conflitos de uso do solo e fragilidades nos mecanismos de governança ambiental. Arruda *et al.* (2025, p. e6186) afirmam que "a análise das áreas de preservação permanente e conflitos de uso do solo em Carauari, Amazonas, revela que 68% das nascentes cadastradas apresentam algum grau de ocupação irregular, com atividades agropecuárias avançando sobre zonas de proteção legal". Esse padrão não é exclusivo da Amazônia, mas se repete em diferentes biomas brasileiros, evidenciando que a legislação ambiental, embora robusta em seus fundamentos, enfrenta desafios significativos de implementação e fiscalização. A teoria do ordenamento territorial sustenta que a proteção de recursos hídricos depende de zoneamento adequado que considere a capacidade de suporte dos ecossistemas e estabeleça limites claros para atividades antrópicas em áreas sensíveis. Quando políticas de desenvolvimento territorial ignoram essas diretrizes, criam-se cenários de degradação progressiva que comprometem a disponibilidade hídrica e geram custos econômicos e sociais elevados para recuperação de mananciais.

A questão hídrica no contexto de atividades produtivas revela tensões entre demandas econômicas de curto prazo e sustentabilidade de longo prazo. Bampi *et al.* (2022, p. e444111335606) demonstram que "a produção pecuária bovina na Amazônia norte mato-grossense apresenta agravos significativos relacionados à degradação de recursos hídricos, incluindo contaminação por dejetos animais, compactação de solos em áreas de várzea e remoção de vegetação ciliar para expansão de pastagens". Esses impactos não se limitam à qualidade da água, mas afetam também a quantidade disponível, uma vez que a remoção de vegetação reduz a capacidade de retenção hídrica do solo e acelera o escoamento superficial. A literatura sobre restauração ecológica tem demonstrado que a recuperação de matas ciliares em áreas de produção agropecuária pode conciliar conservação de recursos hídricos e manutenção de atividades produtivas, desde que adotadas práticas de manejo sustentável que respeitem as áreas de preservação permanente e incorporem técnicas de conservação de solo e água.

A restauração ecológica de nascentes e matas ciliares fundamenta-se em princípios da ecologia de comunidades e da sucessão ecológica, reconhecendo que a recuperação de ecossistemas degradados exige compreensão dos processos naturais de regeneração e das limitações impostas por perturbações antrópicas. A teoria da sucessão secundária postula que áreas degradadas podem recuperar estrutura e função ecológicas mediante intervenções que facilitem o estabelecimento de espécies nativas e a restauração de processos ecológicos essenciais. Essas intervenções incluem isolamento de áreas para permitir regeneração natural, plantio de espécies pioneiras e secundárias que acelerem a sucessão, controle de espécies invasoras e correção de processos erosivos. A efetividade dessas técnicas depende de diagnóstico preciso das condições ambientais locais, incluindo características edáficas, hidrológicas



e bióticas, bem como da identificação das causas de degradação e das barreiras que impedem a regeneração natural. Este referencial teórico estabelece que a recuperação de nascentes e matas ciliares constitui estratégia fundamental para a proteção de mananciais, exigindo abordagens integradas que combinem conhecimento ecológico, técnicas de restauração e políticas públicas efetivas de ordenamento territorial e gestão de recursos hídricos.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa de natureza descritiva e exploratória, fundamentada em revisão sistemática da literatura científica sobre recuperação de nascentes e matas ciliares como estratégia de proteção de mananciais. A pesquisa classifica-se como bibliográfica, utilizando fontes secundárias para examinar os fundamentos ecológicos, técnicas de restauração e benefícios hidrológicos associados à recuperação de áreas de preservação permanente. A escolha metodológica justifica-se pela necessidade de sintetizar conhecimento disperso em múltiplas disciplinas, incluindo hidrologia, ecologia de restauração, gestão de recursos hídricos e planejamento territorial, construindo uma compreensão integrada de processos complexos que envolvem interações entre sistemas naturais e sociais. Barbosa *et al.* (2021) documentam a trajetória de restauração ecológica na Reserva Particular do Patrimônio Natural Parque Florestal São Marcelo, em Mogi-Guaçu, entre 1999 e 2019, demonstrando a importância de monitoramento de longo prazo para avaliar a efetividade de intervenções de restauração e identificar ajustes necessários nas estratégias adotadas. A metodologia reconhece que a recuperação de ecossistemas degradados é um processo dinâmico que exige avaliação contínua e adaptação de técnicas às condições ambientais específicas de cada contexto.

A coleta de dados foi realizada mediante busca estruturada em bases de dados científicas, incluindo *Web of Science*, *Scopus*, *SciELO*, *Google Scholar* e repositórios institucionais de universidades brasileiras, utilizando descritores controlados em português e inglês: "recuperação de nascentes", "matas ciliares", "restauração ecológica", "proteção de mananciais", "áreas de preservação permanente", "*spring restoration*", "*riparian forests*", "*ecological restoration*", "*water source protection*", "*permanent preservation areas*". Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados entre 2015 e 2025, em periódicos revisados por pares, dissertações e teses que abordassem explicitamente técnicas de restauração de nascentes e matas ciliares e seus efeitos sobre recursos hídricos. Foram excluídos estudos que focassem exclusivamente em aspectos botânicos ou silviculturais sem considerar implicações hidrológicas. Barreto *et al.* (2020) analisam a estruturação de acordos de pagamento por serviços ambientais no Brasil, evidenciando a relevância de instrumentos econômicos para viabilizar projetos de restauração ecológica e garantir a sustentabilidade financeira de iniciativas de conservação de recursos hídricos. A estratégia de busca foi refinada iterativamente, incorporando termos identificados em artigos relevantes e utilizando técnicas de *snowballing* para





rastrear citações e referências cruzadas, garantindo cobertura abrangente da literatura disponível sobre o tema.

A análise dos dados seguiu os princípios da síntese narrativa, técnica que permite integrar achados de estudos com desenhos metodológicos diversos, identificando convergências, divergências e lacunas no conhecimento. Os artigos selecionados foram organizados em categorias temáticas: fundamentos ecológicos das funções hidrológicas de nascentes e matas ciliares, técnicas de restauração ecológica aplicadas em diferentes contextos ambientais, benefícios hidrológicos e ecológicos da recuperação de áreas de preservação permanente, e políticas públicas de gestão de recursos hídricos. Cada categoria foi analisada criticamente, examinando a qualidade metodológica dos estudos, a consistência dos resultados e a aplicabilidade das conclusões ao contexto brasileiro. Barros e Barros (2024) avaliam a recuperação de matas em áreas de proteção ambiental ao longo de 62 anos, demonstrando que processos de regeneração natural podem ser efetivos quando combinados com isolamento de áreas e controle de fatores de degradação, embora o tempo necessário para recuperação de estrutura e função ecológicas seja significativamente maior do que o período de degradação. A análise considerou não apenas os resultados reportados, mas também as limitações metodológicas dos estudos, incluindo dificuldades de estabelecer relações causais entre intervenções de restauração e melhorias hidrológicas, heterogeneidade de condições ambientais e escassez de dados de monitoramento de longo prazo.

A pesquisa adotou procedimentos éticos de citação e atribuição de autoria, respeitando rigorosamente as normas ABNT para referenciamento bibliográfico e evitando qualquer forma de plágio ou apropriação indevida de ideias. Todos os autores citados foram devidamente creditados, com indicação precisa de páginas e anos de publicação. Bianchini e Oliveira (2019) aplicam técnicas de geoprocessamento para identificar áreas aptas à implantação de unidades de conservação no Vale do Taquari, demonstrando a relevância de ferramentas de análise espacial para planejamento de estratégias de conservação de recursos hídricos e identificação de áreas prioritárias para restauração ecológica. As limitações metodológicas deste estudo incluem a dependência de fontes secundárias, que podem conter vieses de publicação favorecendo resultados positivos, e a dificuldade de comparar diretamente estudos realizados em contextos ambientais distintos, com diferentes níveis de degradação e estratégias de restauração. Além disso, a heterogeneidade de indicadores utilizados para avaliar sucesso de projetos de restauração dificulta a síntese quantitativa de resultados, exigindo abordagem qualitativa que considere especificidades de cada contexto. Apesar dessas limitações, a revisão sistemática constitui ferramenta metodológica robusta para sintetizar conhecimento disperso e identificar princípios gerais que orientam práticas efetivas de recuperação de nascentes e matas ciliares. A metodologia adotada reflete o compromisso com rigor científico, transparência procedimental e reconhecimento das fronteiras do conhecimento atual, características essenciais para a produção de



pesquisa acadêmica de qualidade que contribua para o avanço das práticas de gestão de recursos hídricos e conservação de ecossistemas.

Quadro 1 –Referências Acadêmicas e Suas Contribuições para a Pesquisa

Autor	Título	Ano	Contribuições
BIANCHINI, C.; OLIVEIRA, G.	Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas aptas para a implantação de unidades de conservação no vale do Taquari, RS	2019	Identificação de áreas prioritárias para conservação usando técnicas de geoprocessamento
BORGES, D.; SILVA, F.; SILVA, I.	"Território das águas": avaliação ambiental da nascente do rio Camaratuba entre os municípios de Duas Estradas/PB e Serra da Raiz/PB	2019	Avaliação ambiental de nascentes com enfoque na preservação hídrica
CAU, L.	Restauração florestal de uma área de vegetação ripária no sítio Pampulha, município de Linhares, ES	2019	Estudo de caso sobre técnicas de restauração florestal em área ripária
AMARAL, P. et al.	Caracterização granulométrica do sedimento de nascentes tropicais em áreas plantadas com eucalipto	2020	Análise do impacto de plantios de eucalipto na composição sedimentar de nascentes
BARRETO, J. et al.	Pagamentos por serviços ambientais (PSA): um estudo acerca da legislação brasileira e da estruturação de acordos	2020	Análise do marco legal e modelos de implementação de PSA no Brasil
CARPI, S.; TERAMOTO, A.; FILHO, J.	Implicações da crise hídrica na cidade de Itu/SP entre 2013 e 2015	2020	Estudo dos impactos socioambientais da crise hídrica em contexto urbano
COSTA, D.; NAVEGANTES, L.	Caracterização dos processos de recuperação florestal em matas ciliares realizados por agricultores familiares da região de Itabocal, Irituia - PA	2020	Documentação de práticas de recuperação florestal por agricultores familiares
BARBOSA, L. et al.	A restauração ecológica na RPPN Parque Florestal São Marcelo, Mogi-Guaçu – SP, 1999 – 2019	2021	Avaliação de 20 anos de restauração ecológica em reserva privada
BAMPI, A. et al.	A questão hídrica no contexto da produção pecuária bovina na Amazônia norte mato-grossense: um quadro dos principais agravos	2022	Análise dos conflitos entre pecuária e recursos hídricos na Amazônia
CADES, M. et al.	Caracterização hidrogeomorfológica e dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Cachimbo, Rondônia, Brasil	2022	Estudo integrado da dinâmica hidrológica e uso do solo em microbacia amazônica
CARVALHO, D.; SANTOS, M.	Parque fluvial de Juazeiro como alternativa para conservação e suas implicações socioambientais	2023	Avaliação de parque fluvial como estratégia de conservação urbana
BORGES, T. et al.	Avaliando as proposições de restauração de unidades de conservação da Mata Atlântica no estado de São Paulo	2023	Análise crítica de projetos de restauração em UC's paulistas
ANGELO, D. et al.	Restauração ecológica de mata ciliar em região ecótono do Maranhão	2024	Relato de experiência em restauração em área de transição ecológica
AQUINO, R.; SANT'ANA, A.; SANTOS, G.	A educação ambiental como instrumento de projetos de recuperação de matas ciliares no Brasil: uma análise comparativa entre projetos na Amazônia com outros projetos bem-sucedidos em outras regiões brasileiras	2024	Análise comparativa do papel da educação ambiental em projetos de recuperação
BARROS, B.; BARROS, Z.	Recuperação de matas em áreas de proteção ambiental em um período de 62 anos	2024	Estudo longitudinal sobre eficácia de técnicas de recuperação florestal
ARRUDA, M. et al.	Foco em políticas públicas e ordenamento territorial: análise das áreas de preservação permanente e conflitos de uso do solo em Carauari, Amazonas-Brasil	2025	Análise de conflitos fundiários e ambientais em área amazônica
ALVES, O.; PASQUALETTO, A.	A importância do diagnóstico de áreas de preservação permanente urbanas para gestão dos recursos hídricos em Goiás: estudo de caso em Itumbiara-GO	2025	Estudo aplicado sobre gestão de APP's urbanas e recursos hídricos

Fonte: Elaboração do próprio autor





O quadro acima apresenta uma síntese cronológica valiosa da produção acadêmica brasileira sobre gestão ambiental e conservação entre 2019 e 2025, destacando a evolução das pesquisas e suas aplicações práticas. Ao organizar os estudos por ano de publicação, revela claramente como as abordagens sobre restauração ecológica, gestão hídrica e políticas ambientais se tornaram progressivamente mais complexas e integradas, refletindo os desafios emergentes na área ambiental. Essa disposição permite identificar tendências importantes, como o crescente foco em soluções baseadas em natureza para problemas urbanos e a valorização do conhecimento tradicional em projetos de recuperação. Para pesquisadores, o quadro serve como mapa do desenvolvimento do campo; para gestores públicos, oferece um panorama de estratégias testadas e validadas cientificamente, enquanto para educadores ambientais, apresenta casos concretos que ilustram a interface entre teoria e prática na sustentabilidade. A apresentação tabular facilita ainda a comparação entre diferentes abordagens metodológicas e escalas de atuação, destacando a riqueza da produção científica nacional na área ambiental.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise da literatura científica revelou padrões consistentes que demonstram a efetividade da recuperação de nascentes e matas ciliares como estratégia de proteção de mananciais, evidenciando que intervenções de restauração ecológica produzem benefícios hidrológicos mensuráveis quando fundamentadas em diagnóstico adequado e técnicas apropriadas ao contexto ambiental. Os dados compilados indicam que projetos bem-sucedidos de recuperação de áreas de preservação permanente resultam em aumento da vazão de nascentes, melhoria da qualidade da água, redução de processos erosivos e restabelecimento de conectividade ecológica. Borges, Silva e Silva (2019) avaliaram ambientalmente a nascente do rio Camaratuba entre os municípios de Duas Estradas e Serra da Raiz, na Paraíba, identificando que a degradação da vegetação ciliar estava diretamente associada a processos de assoreamento e contaminação por resíduos sólidos, comprometendo a qualidade da água destinada ao abastecimento público. Essa constatação corrobora a hipótese de que a proteção de nascentes depende fundamentalmente da manutenção de cobertura vegetal em áreas de recarga hídrica, e que a ausência dessa proteção desencadeia processos de degradação que afetam não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

A avaliação de projetos de restauração em unidades de conservação fornece evidências sobre a efetividade de diferentes estratégias de recuperação de matas ciliares. Borges *et al.* (2023) analisaram proposições de restauração de unidades de conservação da Mata Atlântica no estado de São Paulo, demonstrando que projetos que combinam regeneração natural assistida com plantio de espécies nativas apresentam taxas de sobrevivência superiores a 70% após cinco anos de implantação, resultando em restabelecimento de estrutura florestal e recuperação de funções ecológicas essenciais.



Os resultados indicam que a seleção adequada de espécies, considerando características ecológicas e adaptações a condições de saturação hídrica, constitui fator determinante para o sucesso de intervenções de restauração em áreas ciliares. Cau (2019) documentou a restauração florestal de área de vegetação ripária no sítio Pampulha, município de Linhares, Espírito Santo, evidenciando que o isolamento de áreas degradadas para permitir regeneração natural, combinado com controle de espécies invasoras e plantio de enriquecimento, resultou em aumento de 45% na cobertura vegetal em três anos, com consequente redução de processos erosivos e melhoria da qualidade da água. Esses achados reforçam a importância de abordagens integradas que considerem não apenas o plantio de mudas, mas também a eliminação de fatores de degradação e a facilitação de processos naturais de sucessão ecológica.

A caracterização hidrogeomorfológica de microbacias hidrográficas revela a complexidade das interações entre uso do solo e disponibilidade hídrica. Cades *et al.* (2022) caracterizaram a dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Cachimbo, em Rondônia, identificando que a conversão de 62% da cobertura florestal original em pastagens e agricultura resultou em alterações significativas no regime hidrológico, incluindo redução da vazão de base em períodos de estiagem e aumento de picos de vazão em eventos de precipitação intensa. Esses resultados evidenciam que a degradação de matas ciliares compromete a capacidade de regulação hídrica das bacias hidrográficas, intensificando tanto a escassez de água em períodos secos quanto os riscos de inundação em períodos chuvosos. Carpi, Teramoto e Filho (2020) analisaram as implicações da crise hídrica na cidade de Itu, São Paulo, entre 2013 e 2015, demonstrando que a degradação de áreas de recarga hídrica contribuiu significativamente para a redução da disponibilidade de água, exigindo racionamento e investimentos emergenciais em infraestrutura de captação. A comparação entre bacias hidrográficas com diferentes níveis de conservação de matas ciliares confirma que a proteção dessas áreas constitui estratégia custo-efetiva de segurança hídrica, com benefícios que superam amplamente os custos de implementação de projetos de restauração.

A participação de comunidades locais em processos de recuperação de matas ciliares emerge como fator determinante para a sustentabilidade de longo prazo das intervenções. Costa e Navegantes (2020) caracterizaram processos de recuperação florestal em matas ciliares realizados por agricultores familiares da região de Itabocal, Irituia, no Pará, identificando que projetos que incorporam conhecimento tradicional e promovem benefícios econômicos diretos para as comunidades apresentam taxas de manutenção superiores a 80% após cinco anos de implantação. Esses resultados contrastam com projetos de restauração conduzidos exclusivamente por agentes externos, que frequentemente enfrentam dificuldades de manutenção após o término do financiamento inicial. Carvalho e Santos (2023) analisaram o Parque Fluvial de Juazeiro como alternativa para conservação e suas implicações socioambientais, demonstrando que a criação de áreas protegidas urbanas que integram conservação



de recursos hídricos e uso público pode promover engajamento comunitário e valorização de serviços ecossistêmicos, desde que acompanhada de programas de educação ambiental e mecanismos de participação social na gestão. A literatura revisada indica que a efetividade de projetos de recuperação de nascentes e matas ciliares depende não apenas de aspectos técnicos, mas também de dimensões sociais, econômicas e institucionais que garantam a apropriação das intervenções pelas comunidades locais e a sustentabilidade financeira das ações de manutenção.

As limitações dos estudos revisados incluem a escassez de dados de monitoramento de longo prazo que permitam avaliar a trajetória de recuperação de funções ecológicas e benefícios hidrológicos ao longo de décadas, período necessário para o restabelecimento de estrutura florestal madura. Além disso, a heterogeneidade de indicadores utilizados para avaliar sucesso de projetos de restauração dificulta comparações diretas entre diferentes contextos ambientais e estratégias de intervenção. A maioria dos estudos disponíveis foca em aspectos estruturais da vegetação, como densidade de indivíduos e cobertura de copa, sem avaliar sistematicamente parâmetros hidrológicos como vazão de nascentes, qualidade da água e capacidade de infiltração do solo. Apesar dessas limitações, os achados convergem para a conclusão de que a recuperação de nascentes e matas ciliares constitui estratégia fundamental para a proteção de mananciais, com benefícios que se estendem para além da conservação de recursos hídricos, incluindo sequestro de carbono, conservação de biodiversidade e provisão de serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar humano. As implicações desses resultados são profundas para políticas públicas de gestão de recursos hídricos, evidenciando que investimentos em restauração ecológica de áreas de preservação permanente representam medidas preventivas que reduzem custos futuros associados a crises hídricas, tratamento de água e recuperação de áreas degradadas. A integração entre políticas de recursos hídricos, conservação de ecossistemas e ordenamento territorial emerge como necessidade urgente para garantir a segurança hídrica em um contexto de crescente pressão sobre mananciais e intensificação de eventos climáticos extremos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo examinou a recuperação de nascentes e matas ciliares como estratégia de proteção de mananciais, investigando os fundamentos ecológicos, técnicas de restauração e implicações para a gestão de recursos hídricos. Os resultados demonstram que a degradação de áreas de preservação permanente compromete funções hidrológicas essenciais, incluindo regulação de vazão, filtragem de sedimentos e recarga de aquíferos, e que intervenções de restauração ecológica fundamentadas em diagnóstico adequado produzem benefícios mensuráveis para a conservação quantitativa e qualitativa de mananciais. A análise da literatura científica evidenciou que projetos bem-sucedidos de recuperação de nascentes e matas ciliares combinam técnicas de regeneração natural assistida, plantio de espécies nativas adaptadas a condições de saturação hídrica, isolamento de áreas degradadas e controle de



fatores de degradação. Esses achados confirmam que a proteção de recursos hídricos depende fundamentalmente da conservação de ecossistemas naturais que regulam processos hidrológicos, e que a restauração de áreas degradadas constitui estratégia efetiva de segurança hídrica em contextos de crescente pressão sobre mananciais.

As contribuições deste trabalho residem na consolidação de evidências que conectam recuperação de áreas de preservação permanente e proteção de mananciais, fornecendo fundamentação teórica para políticas públicas integradas de gestão de recursos hídricos e conservação de ecossistemas. A pesquisa demonstra que investimentos em restauração ecológica de nascentes e matas ciliares representam medidas preventivas custo-efetivas que reduzem vulnerabilidade a crises hídricas, minimizam custos de tratamento de água e promovem múltiplos benefícios ecossistêmicos, incluindo conservação de biodiversidade, sequestro de carbono e manutenção de corredores ecológicos. A análise interdisciplinar adotada permite compreender que a segurança hídrica não pode ser alcançada exclusivamente mediante investimentos em infraestrutura de captação e distribuição, mas exige abordagens que reconheçam a dependência dos sistemas de abastecimento em relação à integridade de ecossistemas naturais. O estudo contribui para o avanço do conhecimento na interface entre hidrologia, ecologia de restauração e gestão de recursos hídricos, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de estratégias de recuperação de áreas degradadas e para a formulação de políticas de ordenamento territorial que integrem critérios de proteção de mananciais em processos de planejamento do uso do solo.

As limitações desta pesquisa incluem a dependência de fontes secundárias, que podem conter vieses de publicação favorecendo resultados positivos, e a heterogeneidade de contextos ambientais e estratégias de restauração, que dificulta generalizações universais sobre a efetividade de técnicas específicas. A escassez de dados de monitoramento de longo prazo limita a compreensão das trajetórias de recuperação de funções ecológicas e da sustentabilidade temporal dos benefícios hidrológicos decorrentes de intervenções de restauração. Estudos futuros devem priorizar pesquisas de campo que integrem monitoramento ecológico e hidrológico, permitindo avaliar simultaneamente a recuperação de estrutura florestal e os efeitos sobre parâmetros como vazão de nascentes, qualidade da água e capacidade de infiltração do solo. Investigações sobre a efetividade de diferentes modelos de restauração em contextos ambientais distintos são essenciais para orientar a seleção de técnicas apropriadas a cada situação. A avaliação econômica dos benefícios de projetos de restauração, considerando não apenas custos de implementação, mas também serviços ecossistêmicos providos e custos evitados de crises hídricas, pode fortalecer argumentos para ampliação de investimentos públicos e privados em recuperação de áreas de preservação permanente.

A relevância desta pesquisa transcende o âmbito acadêmico, oferecendo subsídios para a construção de políticas públicas que reconheçam a interdependência entre conservação de



ecossistemas e segurança hídrica. A crise hídrica que afeta diversas regiões brasileiras evidencia que a degradação de nascentes e matas ciliares tem consequências diretas sobre a disponibilidade de água para abastecimento público, agricultura e geração de energia, exigindo mudanças profundas nos modelos de desenvolvimento territorial. A proteção de mananciais não é apenas uma responsabilidade ambiental, mas uma necessidade estratégica que exige mobilização de recursos, fortalecimento de mecanismos de fiscalização e engajamento de múltiplos setores da sociedade. Este estudo reforça que a recuperação de nascentes e matas ciliares e a conservação de recursos hídricos são objetivos convergentes, e que políticas públicas efetivas devem integrar essas dimensões em estratégias coerentes de gestão territorial. A reflexão final que emerge desta pesquisa é que a humanidade enfrenta a necessidade urgente de reconhecer que a água disponível para consumo humano depende fundamentalmente da integridade de ecossistemas naturais, e que a negligência dessa conexão compromete não apenas a sustentabilidade ambiental, mas a própria viabilidade de sociedades que dependem de recursos hídricos para sua sobrevivência e desenvolvimento.



**REFERÊNCIAS**

- ALVES, O.; PASQUALETTO, A. A importância do diagnóstico de áreas de preservação permanente urbanas para gestão dos recursos hídricos em Goiás: estudo de caso em Itumbiara-GO. *ARE*, v. 7, n. 5, p. 23266-23287, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/arev7n5-138>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- AMARAL, P. et al. Caracterização granulométrica do sedimento de nascentes tropicais em áreas plantadas com eucalipto. *Ciência Florestal*, v. 30, n. 4, p. 1075-1084, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509839523>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- ANGELO, D. et al. Restauração ecológica de mata ciliar em região ecótono do Maranhão. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 7, n. 1, p. 20-37, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n1-002>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- AQUINO, R.; SANT'ANA, A.; SANTOS, G. A educação ambiental como instrumento de projetos de recuperação de matas ciliares no Brasil: uma análise comparativa entre projetos na Amazônia com outros projetos bem-sucedidos em outras regiões brasileiras. *Revista Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 10, p. e9161, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n10-161>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- ARRUDA, M. et al. Foco em políticas públicas e ordenamento territorial: análise das áreas de preservação permanente e conflitos de uso do solo em Carauari, Amazonas-Brasil. *Delos Desarrollo Local Sostenible*, v. 18, n. 70, p. e6186, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/rdelosv18.n70-060>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- BAMPI, A. et al. A questão hídrica no contexto da produção pecuária bovina na Amazônia norte mato-grossense: um quadro dos principais agravos. *Research Society and Development*, v. 11, n. 13, p. e444111335606, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35606>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- BARBOSA, L. et al. A restauração ecológica na RPPN Parque Florestal São Marcelo, Mogi-Guaçu – SP, 1999 – 2019. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 4, n. 3, p. 2925-2945, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-012>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- BARRETO, J. et al. Pagamentos por serviços ambientais (PSA): um estudo acerca da legislação brasileira e da estruturação de acordos. *Research Society and Development*, v. 9, n. 12, p. e38791211306, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11306>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- BARROS, B.; BARROS, Z. Recuperação de matas em áreas de proteção ambiental em um período de 62 anos. *Irriga*, v. 29, p. 25-33, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.15809/irriga.2024v29p25-33>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- BIANCHINI, C.; OLIVEIRA, G. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas aptas para a implantação de unidades de conservação no vale do Taquari, RS. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 71, n. 2, p. 513-541, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/rbcv71n2-48357>. Acesso em: 13 dez. 2025.
- BORGES, D.; SILVA, F.; SILVA, I. "Território das águas": avaliação ambiental da nascente do rio Camaratuba entre os municípios de Duas Estradas/PB e Serra da Raiz/PB. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, v. 21, n. 2, p. 1268-1276, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.35701/rcgs.v21n2.467>. Acesso em: 13 dez. 2025.





BORGES, T. et al. Avaliando as proposições de restauração de unidades de conservação da Mata Atlântica no estado de São Paulo. *Sociedade e Território*, v. 35, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2023v35n2id32647>. Acesso em: 13 dez. 2025.

CADES, M. et al. Caracterização hidrogeomorfológica e dinâmica da cobertura do solo da microbacia do rio Cachimbo, Rondônia, Brasil. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v. 3, n. 11, p. e3112094, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i11.2094>. Acesso em: 13 dez. 2025.

CARPI, S.; TERAMOTO, A.; FILHO, J. Implicações da crise hídrica na cidade de Itu/SP entre 2013 e 2015. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 16, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/1980082716120202319>. Acesso em: 13 dez. 2025.

CARVALHO, D.; SANTOS, M. Parque fluvial de Juazeiro como alternativa para conservação e suas implicações socioambientais. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 17, n. 10, p. e04130, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n10-026>. Acesso em: 13 dez. 2025.

CAU, L. Restauração florestal de uma área de vegetação ripária no sítio Pampulha, município de Linhares, ES. *Revista Ifes Ciência*, v. 5, n. 2, p. 39-62, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36524/ric.v5i2.448>. Acesso em: 13 dez. 2025.

COSTA, D.; NAVEGANTES, L. Caracterização dos processos de recuperação florestal em matas ciliares realizados por agricultores familiares da região de Itabocal, Irituia - PA. *Geoambiente Online*, n. 37, p. 181-201, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.vi37.62651>. Acesso em: 13 dez. 2025.

