



**Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**

*Technical and Scientific Journal Green Cities*

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

**Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English/- Vol. 13, N. 47, 2025**

## **Integração entre Planejamento Urbano e Gestão Hídrica: Estratégias de Recuperação de APPs e Nascentes em Ijuí/RS**

**Bruna Carolina Jachinski**

Mestranda em Desenvolvimento Regional, UNIJUÍ, Brasil

[bruna.jachinski@unijui.edu.br](mailto:bruna.jachinski@unijui.edu.br)

ORCID iD 0000-0001-9067-5973

**Carolina Casarin Gai**

Mestranda em Desenvolvimento Regional, UNIJUÍ, Brasil

[carolina.gai@sou.unijui.edu.br](mailto:carolina.gai@sou.unijui.edu.br)

ORCID iD 0000-0002-1651-399X

**Yuri Lucian Plissão**

Mestre em Energia e Sustentabilidade, UFSC, Brasil

[pyurilucian@gmail.com](mailto:pyurilucian@gmail.com)

ORCID iD 0000-0002-0780-9633

**Daniel Claudy da Silveira**

Professor Doutor, UNIJUÍ, Brasil

[daniel.silveira@sou.unijui.edu.br](mailto:daniel.silveira@sou.unijui.edu.br)

ORCID iD 0000-0003-4379-6144

**Tarcísio Dorn de Oliveira**

Professor Pós Doutor, UNIJUÍ, Brasil

[tarcisio.oliveira@sou.unijui.edu.br](mailto:tarcisio.oliveira@sou.unijui.edu.br)

ORCID iD 0000-0001-5842-2415



## Integração entre Planejamento Urbano e Gestão Hídrica: Estratégias de Recuperação de APPs e Nascentes em Ijuí/RS

### RESUMO

**Objetivo** - Analisar o Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana de Ijuí, com foco nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e na restauração de nascentes, destacando os desafios e estratégias propostas para a recuperação ambiental e gestão sustentável dos recursos hídricos.

**Metodologia** - Este trabalho se caracteriza como um estudo de caso (Gil, 1991), voltado à análise da gestão ambiental urbana no município de Ijuí/RS, tendo como objeto o Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana. O estudo adota uma abordagem qualitativa e quantitativa de caráter descritivo e exploratório, combinando o levantamento de dados primários e secundários com a interpretação crítica à luz da legislação ambiental e literatura científica.

**Originalidade/relevância** - O artigo contribui ao debater a recuperação de arroios urbanos em cidades médias brasileiras, um tema ainda pouco explorado na literatura acadêmica, especialmente no cruzamento entre gestão urbana, legislação ambiental e restauração ecológica.

**Resultados** - O artigo evidenciou que o diagnóstico do Plano de Recuperação dos Arroios de Ijuí revelou um quadro crítico das APPs e nascentes urbanas, marcado pela elevada degradação ambiental, baixa capacidade de autodepuração hídrica e presença de riscos geotécnicos. A análise mostrou ainda que as estratégias propostas pelo Plano se alinham a boas práticas de restauração ecológica descritas na literatura, como recomposição da vegetação ciliar, renaturalização de nascentes e criação de corredores ecológicos.

**Contribuições teóricas/metodológicas** - Do ponto de vista acadêmico, o artigo demonstrou a relevância da aplicação de diagnósticos multicritério e análises espaciais em microbacias urbanas como ferramentas eficazes para subsidiar a gestão ambiental. A sistematização dos achados do Plano, cotejada com a legislação e a literatura científica, permitiu discutir metodologicamente como instrumentos técnicos podem ser interpretados e empregados em pesquisas sobre sustentabilidade urbana e gestão hídrica.

**Contribuições sociais e ambientais** - A análise realizada destaca que a recuperação de APPs e nascentes urbanas pode gerar impactos sociais e ambientais positivos, como a redução da vulnerabilidade a enchentes, a melhoria da qualidade da água e o fortalecimento da segurança hídrica. Ao mesmo tempo, ressalta o potencial de inclusão comunitária e de articulação de políticas públicas integradas, indicando caminhos para que cidades médias brasileiras avancem em modelos de desenvolvimento urbano mais resilientes e sustentáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Ambiental. Gestão Hídrica. Nascentes. APPs. Recursos Hídricos.

## Integration between Urban Planning and Water Management: Strategies for the Recovery of APPs and Springs in Ijuí/RS

### ABSTRACT

**Objective** – To analyze the Recovery Plan for the Urban Streams of Ijuí, focusing on Permanent Preservation Areas (APPs) and the restoration of springs, highlighting the challenges and strategies proposed for environmental recovery and sustainable management of water resources.

**Methodology** – This study is characterized as a case study (Gil, 1991), aimed at analyzing urban environmental management in the municipality of Ijuí/RS, with the Recovery Plan for the Urban Streams as its object. The research adopts a qualitative and quantitative approach of a descriptive and exploratory nature, combining the collection of primary and secondary data with critical interpretation in light of environmental legislation and scientific literature.

**Originality/relevance** – The article contributes by discussing the recovery of urban streams in medium-sized Brazilian cities, a topic still underexplored in the academic literature, especially at the intersection of urban management, environmental legislation, and ecological restoration.

**Results** – The article showed that the diagnosis of the Ijuí Urban Streams Recovery Plan revealed a critical scenario of APPs and urban springs, marked by severe environmental degradation, low self-purification capacity of water bodies, and the presence of geotechnical risks. The analysis also demonstrated that the strategies proposed by the Plan are



consistent with best practices in ecological restoration described in the literature, such as riparian vegetation recovery, spring renaturalization, and the creation of ecological corridors.

**Theoretical/methodological contributions** – From an academic standpoint, the article demonstrated the relevance of applying multicriteria diagnostics and spatial analyses in urban watersheds as effective tools to support environmental management. The systematization of the Plan's findings, compared with legislation and scientific literature, allowed for a methodological discussion on how technical instruments can be interpreted and applied in research on urban sustainability and water management.

**Social and environmental contributions** – The analysis highlights that the recovery of urban APPs and springs can generate positive social and environmental impacts, such as reducing vulnerability to floods, improving water quality, and strengthening water security. At the same time, it emphasizes the potential for community inclusion and the articulation of integrated public policies, indicating pathways for medium-sized Brazilian cities to advance toward more resilient and sustainable urban development models.

**KEYWORDS:** Environmental Sanitation. Water Management. Springs. Permanent Preservation Areas (PPAs). Water Resources.

## Integración entre Planificación Urbana y Gestión Hídrica: Estrategias para la Recuperación de APPs y Manantiales en Ijuí/RS

### RESUMEN

**Objetivo** – Analizar el Plan de Recuperación de los Arroyos de la Zona Urbana de Ijuí, con énfasis en las Áreas de Preservación Permanente (APPs) y en la restauración de nacientes, destacando los desafíos y estrategias propuestas para la recuperación ambiental y la gestión sostenible de los recursos hídricos.

**Metodología** – Este estudio se caracteriza como un estudio de caso (Gil, 1991), orientado al análisis de la gestión ambiental urbana en el municipio de Ijuí/RS, teniendo como objeto el Plan de Recuperación de los Arroyos de la Zona Urbana. La investigación adopta un enfoque cualitativo y cuantitativo de carácter descriptivo y exploratorio, combinando el levantamiento de datos primarios y secundarios con la interpretación crítica a la luz de la legislación ambiental y la literatura científica.

**Originalidad/relevancia** – El artículo contribuye al debatir la recuperación de arroyos urbanos en ciudades medianas brasileñas, un tema aún poco explorado en la literatura académica, especialmente en la intersección entre gestión urbana, legislación ambiental y restauración ecológica.

**Resultados** – El artículo evidenció que el diagnóstico del Plan de Recuperación de los Arroyos de Ijuí reveló un cuadro crítico de las APPs y nacientes urbanas, marcado por una elevada degradación ambiental, baja capacidad de autodepuración hídrica y presencia de riesgos geotécnicos. El análisis mostró además que las estrategias propuestas por el Plan se alinean con buenas prácticas de restauración ecológica descritas en la literatura, como la recomposición de la vegetación ribereña, la renaturalización de nacientes y la creación de corredores ecológicos.

**Contribuciones teóricas/metodológicas** – Desde el punto de vista académico, el artículo demostró la relevancia de la aplicación de diagnósticos multicriterio y análisis espaciales en microcuencas urbanas como herramientas eficaces para subsidiar la gestión ambiental. La sistematización de los hallazgos del Plan, contrastados con la legislación y la literatura científica, permitió discutir metodológicamente cómo los instrumentos técnicos pueden ser interpretados y empleados en investigaciones sobre sostenibilidad urbana y gestión hídrica.

**Contribuciones sociales y ambientales** – El análisis realizado destaca que la recuperación de APPs y nacientes urbanas puede generar impactos sociales y ambientales positivos, como la reducción de la vulnerabilidad a inundaciones, la mejora de la calidad del agua y el fortalecimiento de la seguridad hídrica. Al mismo tiempo, resalta el potencial de inclusión comunitaria y de articulación de políticas públicas integradas, señalando caminos para que las ciudades medianas brasileñas avancen hacia modelos de desarrollo urbano más resilientes y sostenibles.

**PALABRAS CLAVE:** Saneamiento Ambiental. Gestión Hídrica. Nacientes. Áreas de Preservación Permanente (APPs). Recursos Hídricos.

## RESUMO GRÁFICO

Figura 1: Resumo gráfico.



Fonte: Autores (2025).



### 1 INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs), conforme definidas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), desempenham papel central na proteção da vegetação nativa, assegurando a preservação dos recursos hídricos, a estabilidade geológica, a conservação da biodiversidade e o bem-estar das populações humanas. De acordo com a legislação, essas áreas incluem margens de rios e cursos d'água, nascentes e olhos d'água, encostas íngremes, topos de morros e áreas de várzea. Mesmo em contextos urbanos, sua proteção é indispensável, dada a relevância para a integridade dos ecossistemas e para a segurança socioambiental (BRASIL, 2012).

Apesar desse reconhecimento legal e ecológico, a rápida expansão urbana no Brasil tem colocado forte pressão sobre as APPs, resultando em ocupações irregulares, supressão da vegetação ciliar<sup>1</sup> e degradação dos corpos hídricos. A literatura evidencia que a degradação das APPs e dos corpos hídricos em áreas urbanas está fortemente relacionada ao crescimento desordenado das cidades, à impermeabilização do solo e ao lançamento de efluentes sem tratamento adequado. De acordo com Walsh et al. (2005), a expansão da malha urbana em contextos desprovidos de planejamento territorial e de infraestrutura de saneamento intensifica a poluição difusa, caracterizada pelo aporte de nutrientes, sedimentos e contaminantes em rios urbanos. Esse processo gera o chamado *urban stream syndrome*<sup>2</sup>, resultando na degradação ambiental de rios e nascentes e comprometendo tanto sua função ecológica quanto sua capacidade de suporte.

Nesse cenário, diferentes estudos ressaltam a relevância de estratégias de restauração ecológica, como a recomposição da vegetação ciliar, a renaturalização de cursos d'água e a implementação de parques lineares, práticas que têm se mostrado eficazes na recuperação das funções ambientais e na promoção da sustentabilidade urbana (Riley et al., 1998). Tais intervenções visam restituir ou estabelecer um novo estado de equilíbrio dos corpos hídricos, reestruturando sua forma, função e dinâmica. Experiências nacionais e internacionais demonstram que ações dessa natureza contribuem para a melhoria da qualidade da água, para a redução de riscos ambientais e para a criação de espaços de convivência mais saudáveis e resilientes.

#### 1.1 Função socioambiental das APPs em áreas urbanas

Complementando o que dispõe o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a Resolução CONAMA nº 303/2002 específicas parâmetros para a delimitação das APPs, estabelecendo faixas mínimas de preservação ao longo dos cursos d'água e em torno de nascentes. Essa

<sup>1</sup> O termo “mata ciliar” refere-se à vegetação que margeia rios e nascentes, comparada aos cílios que protegem os olhos, dada sua função de defesa dos corpos hídricos. Essas formações também são conhecidas como florestas ribeirinhas, matas de galeria ou matas ripárias (SÃO PAULO, 2014a).

<sup>2</sup> O termo *urban stream syndrome* (*síndrome dos riachos urbanos*) descreve o conjunto de impactos característicos da urbanização sobre ecossistemas aquáticos, incluindo aumento da poluição difusa, alteração do regime hidrológico, perda de biodiversidade e degradação da qualidade da água (WALSH et al., 2005).



regulamentação reforça que a proteção deve ser garantida tanto em áreas rurais quanto urbanas, reconhecendo o papel estratégico dessas zonas na regulação hídrica e no equilíbrio ecológico. A partir desse marco, é possível avançar para reflexões que consideram as APPs não apenas como limites legais, mas como elementos estratégicos da gestão territorial.

Ao articular a legislação federal com normas complementares, consolida-se a compreensão das APPs como instrumentos jurídico-ecológicos essenciais. Mais do que simples áreas de restrição de uso, elas são reconhecidas como elementos fundamentais da paisagem, contribuindo para a manutenção dos processos ecológicos, a prevenção de riscos ambientais, como enchentes, assoreamento e erosão e a promoção de maior qualidade de vida para as populações. Além dessas funções ecológicas, a literatura tem destacado os serviços ecossistêmicos urbanos associados às APPs, como a regulação climática, a redução de ilhas de calor, a filtragem de poluentes, a valorização paisagística e a oferta de lazer e bem-estar para a sociedade (Costanza et al., 2017; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Bolund; Hunhammar, 1999 ).

Nesse contexto, a pressão imobiliária e a expansão urbana configuram-se como fatores centrais da degradação das APPs em meio urbano, manifestando-se tanto em ocupações irregulares quanto em intervenções formalmente planejadas. Ainda que na chamada ‘cidade formal’, marcada por canalizações e retificações de cursos d’água para abertura de vias e implantação de infraestruturas, as intervenções sejam legitimadas por políticas urbanísticas, seus impactos sobre as margens e várzeas não deixam de comprometer a integridade ecológica dos arroios. Já na ‘cidade informal’, representada por assentamentos precários que avançam sobre leitos não revestidos, a pressão é ainda mais evidente. Em ambos os casos, a supressão da vegetação ciliar e a impermeabilização do solo intensificam processos de inundação, poluição difusa e assoreamento, ampliando a vulnerabilidade socioambiental das cidades. Exemplo disso é evidenciado por Hua e Chen (2019), ao analisarem a bacia do Rio Yangtze, onde a urbanização acelerada, tanto por obras de infraestrutura quanto por ocupações precárias, levou ao comprometimento da resiliência ecológica, agravando riscos de enchentes, poluição difusa e degradação da qualidade da água.

Diante desse cenário, diversos autores têm contribuído para compreender a relação entre urbanização e meio ambiente. Grimm et al. (2008) ressaltam que a ecologia urbana deve considerar as cidades como sistemas socioecológicos complexos, nos quais o crescimento urbano pressiona diretamente os recursos naturais. Pickett et al. (2011) avançam nessa perspectiva ao sistematizar os fundamentos e progressos da ecologia urbana, destacando a importância da análise integrada de fatores sociais e ecológicos para compreender e mitigar os impactos da urbanização sobre áreas ambientalmente sensíveis, como APPs. Já Seto, Güneralp e Hutyra (2012) evidenciam que os processos de urbanização global intensificam as desigualdades socioespaciais e aumentam os conflitos pelo uso do território, refletindo-se especialmente nas zonas ripárias.

No campo prático, experiências nacionais e internacionais reforçam a importância da recuperação de cursos d’água urbanos, sendo os parques lineares um instrumento relevante nesse processo. Em São Paulo, o Parque Linear Tiquatira tem sido estudado por sua contribuição



à infraestrutura de lazer, convivência comunitária e promoção de serviços ambientais, sendo avaliado positivamente pelos usuários (Biagolini; Lourenço, 2016). Essas análises reforçam o papel dos rios urbanos como provedores de serviços ecossistêmicos fundamentais (Everard; Moggridge, 2012). Ja em Curitiba, o Parque Linear Cajuru integra o Plano Municipal da Mata Atlântica como estratégia de recomposição da mata ciliar do Rio Atuba, redução de processos erosivos e reassentamento de famílias em áreas de risco, evidenciando a articulação entre recuperação ambiental e justiça social (Prefeitura De Curitiba, 2012).

No cenário internacional, a literatura especializada apresenta casos emblemáticos de renaturalização, como o do Rio Isar, em Munique, que recuperou a dinâmica natural de um curso urbano canalizado (Riley, 1998), e o do Cheonggyecheon, em Seul, que se tornou referência mundial na restauração de rios urbanos e na geração de espaços públicos de convivência (Garcias; Afonso, 2013). Esses exemplos demonstram que a recuperação de cursos hídricos, quando aliada ao planejamento urbano, pode transformar a paisagem, reduzir riscos ambientais e ampliar a resiliência socioecológica das cidades. Estudos recentes reforçam essa perspectiva ao demonstrarem que rios urbanos fornecem uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, incluindo regulação climática, provisão de água, lazer e benefícios culturais, mas que tais serviços são altamente vulneráveis às pressões antrópicas (Sousa et al., 2025).

Nesse panorama, a literatura recente tem ampliado o debate ao considerar não apenas os impactos da urbanização sobre as APPs, mas também os caminhos para sua recomposição, destacando práticas de restauração ecológica e processos de renaturalização como respostas centrais aos desafios urbanos.

### **1.2 Restauração ecológica e renaturalização de nascentes**

Em face do agravamento da degradação ambiental decorrente da expansão urbana e das pressões antrópicas sobre os ecossistemas, a perda da vegetação nativa e a alteração das nascentes configuram-se como fatores críticos para a redução da disponibilidade hídrica e para o desequilíbrio ecológico. Conforme destacam Paul e Meyer (2001), processos como a industrialização, a supressão das matas ciliares e as alterações no uso e ocupação do solo intensificam as mudanças no espaço natural e acentuam os desequilíbrios ambientais, sobretudo em rios localizados em áreas urbanas.

Nesse contexto, Garcias e Afonso (2013) ressaltam que a restauração corresponde ao processo de devolver a um rio suas condições sustentáveis, possibilitando a recuperação de suas funções e serviços ecossistêmicos. Tal processo torna-se necessário quando alterações, sejam elas naturais ou antrópicas, comprometem sua estrutura e dificultam o restabelecimento do equilíbrio ambiental.

No Brasil, as iniciativas de restauração têm sua origem na preocupação com a preservação dos recursos hídricos e edáficos. Desde o século XVII, surgiram normas voltadas à proteção e recomposição das florestas nativas, com destaque para a conservação das matas ciliares. Embora essas primeiras ações tenham sido marcadas por limitações técnicas e por uma visão ainda incipiente do papel ecológico das florestas, elas representam o ponto de partida de



uma trajetória normativa que, ao longo dos séculos, foi se consolidando no arcabouço legal brasileiro. Esse percurso culminou no atual Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), que fortaleceu a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e estabeleceu parâmetros mais claros para a conservação e recuperação da vegetação nativa, evidenciando a relevância histórica e contínua do tema no planejamento ambiental. Em paralelo, estudos internacionais reforçam esse entendimento, Dybala et al. (2019) destacam que as florestas ripárias desempenham papel crucial na regulação hídrica e no sequestro de carbono, reforçando sua importância estratégica tanto em escala local quanto global.

As primeiras iniciativas práticas de restauração florestal, entretanto, foram marcadas pelo uso de espécies exóticas e pela ausência de compreensão sobre os processos sucessionais, o que comprometeu sua efetividade. Esse cenário, por sua vez, abriu caminho para uma segunda fase de avanços no campo da restauração, orientada pela incorporação de princípios ecológicos nos projetos (Palmer; Hondula; Koch, 2014). Assim, práticas como a recomposição da vegetação ciliar com espécies nativas, o controle de espécies exóticas invasoras e a regeneração natural assistida passaram a ser aplicadas, conferindo maior resiliência aos ecossistemas restaurados e aproximando as iniciativas da realidade ecológica dos biomas brasileiros (Rodrigues; Gandolfi, 1996).

Além dessas práticas, a renaturalização de nascentes surge como uma estratégia complementar à restauração ambiental, consistindo na recuperação de rios por meio de manejo contínuo, que evita usos antrópicos capazes de comprometer suas funções e promove a regeneração do ecossistema. O objetivo central é restabelecer a biota natural e conservar as áreas de inundação, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos associados. Importa destacar, contudo, que a renaturalização não implica o retorno a uma paisagem completamente intocada pelo ser humano, mas sim o desenvolvimento sustentável dos rios, das paisagens e das bacias hidrográficas, de forma integrada às necessidades urbanas e aos conhecimentos contemporâneos (Garcias; Afonso, 2013, p. 132).

Ainda se tratando do contexto brasileiro, destaca-se o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, criado em 2009 como uma coalizão multisectorial para articular ações de recuperação florestal em larga escala. Reconhecido internacionalmente, o Pacto integra iniciativas globais como o Bonn Challenge<sup>3</sup> e vem sendo citado pela Organização das Nações Unidas (ONU) como um dos exemplos mais relevantes no âmbito da Década da Restauração de Ecossistemas (2021–2030). Segundo a WRI Brasil (2022), a Mata Atlântica foi incluída pela ONU entre as áreas prioritárias para a restauração de florestas e paisagens, mobilizando ações que conciliam conservação da biodiversidade, segurança hídrica e desenvolvimento econômico sustentável.

Até 2022, houve a restauração de pelo menos 113 mil hectares de Mata Atlântica promovida pelos membros do Pacto, além de aproximadamente 740 mil hectares em processo de recuperação (Pacto Pela Restauração Da Mata Atlântica, 2024). Estudos recentes mostram que a restauração ativa gera, em média, 0,42 empregos diretos por hectare restaurado

<sup>3</sup> O Bonn Challenge é uma iniciativa global de restauração florestal, lançada em 2011 pelo Governo da Alemanha e pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), com apoio da ONU. Seu objetivo é restaurar 350 milhões de hectares de áreas degradadas até 2030, articulando compromissos voluntários de diferentes países e coalizações regionais, entre elas o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. (IUCN, 2011)



(Brancalion et al., 2022), o que situa o potencial de geração de 1 a 2,5 milhões de empregos diretos no Brasil, com implicações significativas para inclusão socioeconômica, valorização de cadeias produtivas verdes e retomada de serviços ecossistêmicos. Complementarmente, Menichino et al. (2025) apresentam um estudo recente de restauração urbana em escala de bacia, reforçando como intervenções integradas podem conciliar regeneração ecológica com ganhos sociais e econômicos. Esses exemplos demonstram que a restauração, quando planejada e articulada institucionalmente, pode gerar resultados significativos não apenas no âmbito ambiental, mas também nas dimensões social e econômica.

Na prática, a renaturalização envolve o diagnóstico da área, a eliminação de fatores de degradação e a promoção de regeneração natural, complementada pelo plantio de espécies nativas quando necessário. Técnicas adicionais incluem o controle de espécies invasoras e a implantação de estruturas que reduzem a erosão e favorecem a infiltração da água. O monitoramento contínuo da cobertura vegetal, da diversidade de espécies e da sobrevivência das mudas, assegura a eficácia e a sustentabilidade das intervenções, garantindo que os objetos ecológicos e funcionais da renaturalização sejam alcançados (Palmer; Hondula; Koch, 2014; Bernhardt et al., 2005).

Dessa maneira, observa-se que tanto as práticas de restauração ecológica quanto às estratégias de renaturalização de nascentes representam instrumentos fundamentais para a mitigação dos impactos da urbanização e para a recuperação da funcionalidade dos ecossistemas. Casos emblemáticos, como o da Mata Atlântica, evidenciam que a restauração pode transcender o caráter ambiental, articulando-se também a benefícios sociais, como geração de empregos verdes e inclusão comunitária, além dos econômicos, como dinamização de cadeias produtivas ligadas à restauração florestal, além claro dos culturais, como a valorização do patrimônio natural e da identidade dos territórios, estas orientadas por princípios ecológicos e respaldada por políticas públicas efetivas. Tais experiências revelam que a restauração não se limita a ações ecológicas isoladas, mas depende de processos integrados de gestão, participação social e planejamento territorial, capazes de sustentar mudanças duradouras no espaço urbano.

### **1.3 Gestão hídrica, mobilização social e planejamento sustentável**

A gestão dos recursos hídricos constitui um dos maiores desafios contemporâneos frente à urbanização, à expansão agrícola e às mudanças climáticas. Gleick (1993) já alertava que a crise da água é, antes de tudo, uma crise de governança, marcada por escassez, uso ineficiente e degradação dos mananciais. Postel (1997) reforçou a prioridade da conservação hídrica como condição para a manutenção da vida e do desenvolvimento humano, enquanto Molden (2007) enfatizou a gestão integrada dos recursos (IWRM), articulando água, agricultura e segurança alimentar. Essa mesma preocupação é reiterada nos relatórios anuais da UNESCO sobre o desenvolvimento mundial da água (*World Water Development Reports*), que enfatizam a necessidade de estratégias locais de monitoramento e recuperação ambiental. Cabe destacar



a urgência de integrar planejamento urbano e gestão hídrica frente aos cenários de mudança climática (Grimm et al., 2008)

No entanto, a literatura destaca que a governança da água não pode ser compreendida apenas sob a ótica institucional ou técnica, pois envolve também a participação ativa da sociedade na gestão dos bens comuns. Ostrom (1990) demonstrou que comunidades podem criar arranjos institucionais capazes de gerir de forma sustentável recursos compartilhados, evitando a chamada ‘tragédia dos comuns’. Dietz, Ostrom e Stern (2009) enfatizam que a cooperação e os mecanismos de mediação são fundamentais para o uso sustentável da água. Alvim et al. (2015) complementam essa perspectiva ao evidenciar que intervenções planejadas em áreas de mananciais urbanos exigem governança participativa, políticas públicas integradas e mobilização social, o que reforça a necessidade de conciliar expansão urbana e proteção ambiental. No contexto da recuperação de arroios e nascentes, essas abordagens demonstram que a corresponsabilidade social é essencial para o sucesso das iniciativas de proteção e restauração. Embora Alvim, Kato & Rosin (2023) ressaltem a urgência de intervenções em áreas de mananciais urbanas no Brasil, estudos internacionais demonstram que a percepção cidadã desempenha papel central na priorização e no dimensionamento das ações de restauração. Hua & Chen (2019), por exemplo, utilizaram análise de importância-desempenho dos serviços ecossistêmicos de rios urbanos junto à comunidade local, evidenciando lacunas entre o que os moradores consideram fundamental e o que efetivamente os rios entregam em termos de regulação, provisão de água e lazer urbano.

No âmbito do planejamento sustentável, Daly (1996) argumenta que a lógica do crescimento econômico ilimitado é incompatível com a finitude dos recursos naturais, defendendo uma abordagem pautada pelos limites ecológicos. Nesse sentido, Sachs (2015) reforça que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável devem orientar políticas públicas capazes de conciliar justiça social e preservação ambiental, oferecendo um marco normativo global para a ação local. Complementarmente, Rockström et al. (2009) introduzem o conceito dos limites planetários, destacando que a pressão antrópica sobre recursos como água doce, uso da terra e biodiversidade ultrapassa fronteiras seguras para a humanidade, o que reforça a urgência de integrar a proteção de APPs e nascentes às estratégias globais de sustentabilidade.

Ampliando essa discussão para a escala urbana, Beatley (2000) introduz o conceito de “cidades verdes”, em que a resiliência e a integração da natureza aos espaços construídos se tornam princípios centrais, antecipando debates sobre adaptação climática que hoje se mostram ainda mais urgentes. Mais recentemente, Frantzeskaki et al. (2019) atualizam esse debate ao destacarem a importância das soluções baseadas na natureza, da infraestrutura verde e da proteção de áreas sensíveis como medidas centrais de adaptação urbana frente à intensificação dos eventos climáticos extremos, conectando diretrizes globais a desafios concretos em diferentes contextos urbanos. Dessa forma, a gestão hídrica, aliada à mobilização social e ao planejamento urbano sustentável, mostra-se indispensável para enfrentar os desafios da urbanização e das mudanças climáticas. A integração de políticas públicas, a participação da sociedade e a proteção de áreas sensíveis, como arroios, nascentes e APPs, permite não apenas a conservação dos recursos hídricos, mas também a promoção da resiliência



urbana, da biodiversidade e da qualidade de vida, consolidando um modelo de desenvolvimento urbano mais equilibrado e sustentável.

No município de Ijuí, localizado na região Noroeste do Rio Grande do Sul, observa-se um quadro preocupante de degradação hídrica, caracterizado pela ocupação irregular das margens de arroios, pela supressão da vegetação ciliar e pelo comprometimento de diversas nascentes urbanas. Essa realidade reflete os desafios enfrentados por muitas cidades médias brasileiras, nas quais a expansão urbana ocorre de forma acelerada e, frequentemente, desarticulada de políticas públicas de proteção ambiental. Tal contexto reforça a necessidade de investigações aplicadas que subsidiem a formulação de políticas e estratégias voltadas à proteção e recuperação das APPs e dos corpos hídricos urbanos.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar o Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana de Ijuí/RS<sup>4</sup>, com especial atenção às APPs e à restauração de nascentes. Busca-se avaliar os principais resultados do diagnóstico ambiental realizado, identificando áreas prioritárias para intervenção e discutindo as possibilidades de integração entre gestão hídrica, planejamento urbano e sustentabilidade. Além desta introdução, o artigo está organizado em mais quatro seções: a segunda apresenta os objetivos desta pesquisa, a terceira a metodologia adotada; a quarta expõe os resultados obtidos e suas implicações; e, por fim, a quinta seção reúne as considerações finais, destacando contribuições teóricas e práticas para a gestão ambiental em cidades médias brasileiras.

## 2 OBJETIVOS

Diante do quadro de degradação hídrica urbana em Ijuí e da necessidade de subsidiar políticas públicas voltadas à proteção e recuperação ambiental, este artigo tem como objetivo geral analisar o Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana do município, com ênfase nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e na restauração de nascentes, discutindo seus resultados, estratégias propostas e implicações para a gestão ambiental urbana. De forma complementar, os objetivos específicos concentram-se em analisar qualitativamente as condições ambientais diagnosticadas, considerando processos de degradação, pressões antrópicas e padrões de ocupação do solo; em sistematizar os principais resultados do diagnóstico ambiental, especialmente quanto à classificação das nascentes e à hierarquização das áreas prioritárias de intervenção; e em analisar as diretrizes e estratégias apresentadas no Plano à luz da literatura científica e das normativas aplicáveis à restauração ecológica em contextos urbanos.

## 3 METODOLOGIA

<sup>4</sup> O Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana de Ijuí foi elaborado pela empresa Garden Consultoria, Projetos e Gestão LTDA., contratada pela Prefeitura Municipal de Ijuí, por meio da Concorrência nº 2/2022 (Processo Administrativo nº 416/2022), formalizada pelo Contrato de Prestação de Serviços assinado em 08/09/2022, com Ordem de Serviço nº 141/2022.



Este artigo caracteriza-se como um estudo de caso (Gil, 1991), voltado à análise da gestão ambiental urbana em Ijuí/RS, tendo como objeto o Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana, com ênfase nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e na restauração de nascentes. A pesquisa adota uma abordagem quali-quantitativa, de caráter descritivo e exploratório, fundamentando-se em dados secundários provenientes dos relatórios técnicos elaborados pela equipe multidisciplinar contratada pela Prefeitura de Ijuí entre outubro de 2022 e abril de 2024. Cabe destacar que os levantamentos de campo, análises laboratoriais e processamento cartográfico foram conduzidos por essa equipe, cabendo ao presente artigo a sistematização, discussão e interpretação dos resultados à luz da literatura acadêmica e da legislação ambiental.

O universo de análise corresponde ao perímetro urbano de Ijuí, definido pela Lei Complementar nº 6.929/2020, abrangendo 47,42 km<sup>2</sup>. Nesse território, foram avaliadas quatro microbacias hidrográficas (Moinho, Matadouro, Novo Leste e Espinho), além de áreas urbanas não vinculadas diretamente a essas unidades. As unidades ambientais (APPs, nascentes e cursos hídricos) foram adotadas como participantes metodológicos, por constituírem os elementos centrais da degradação e da recuperação analisada, enquanto atores sociais individuais não foram incluídos, uma vez que o foco da pesquisa está na dimensão físico-ambiental do Plano.

A análise desenvolvida neste artigo deu-se em três níveis complementares: (i) descrição qualitativa das condições ambientais reportadas nos relatórios técnicos, como processos erosivos, assoreamento e fragmentação florestal; (ii) sistematização quantitativa de dados referentes à classificação das 222 nascentes mapeadas, aos inventários florísticos e às métricas fitossociológicas levantadas pela equipe técnica; e (iii) discussão dos resultados a partir da literatura científica, da legislação ambiental vigente e de experiências nacionais e internacionais em restauração ecológica. Esse procedimento possibilitou analisar as potencialidades e limitações do Plano enquanto instrumento de política pública voltado à sustentabilidade urbana.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Caracterização das Microbacias

O Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana de Ijuí delimitou quatro microbacias principais (Novo Leste, Moinho, Espinho e Matadouro) como unidades estratégicas de análise ambiental. Essas microbacias foram definidas a partir do perímetro urbano legal, estabelecido pela Lei Complementar nº 6.929/2020, e representam tanto áreas críticas de degradação quanto espaços de oportunidade para a restauração ecológica, estas apresentadas na figura 2.

A microbacia do Arroio Novo Leste é a menor entre as analisadas, situada em área de transição rural-urbana. Embora apresente menor número de ocupações irregulares em APPs, sofre pressões associadas ao uso agrícola e à expansão do perímetro urbano, fatores que afetam diretamente suas nascentes e fragmentos de vegetação.

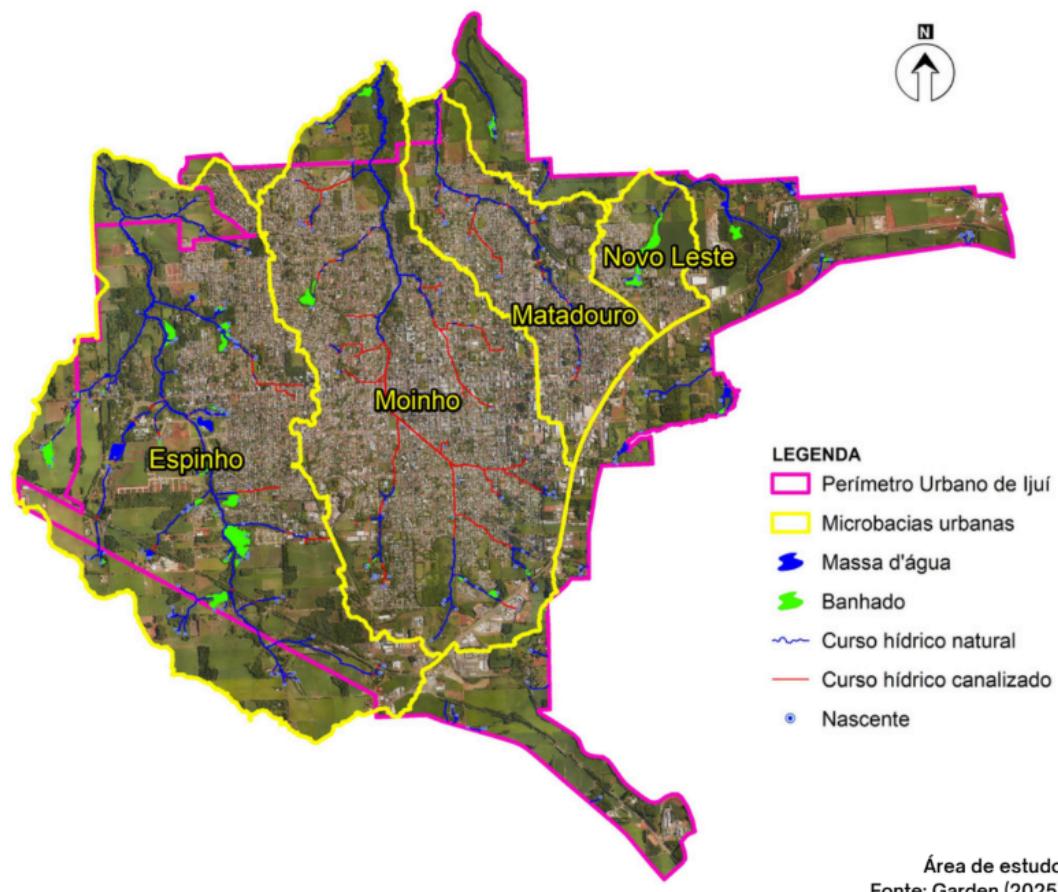


A microbacia do Arroio Moinho caracteriza-se pela alta densidade de ocupação urbana, marcada pela supressão da vegetação ciliar e pela presença significativa de espécies exóticas invasoras. Essa pressão urbana intensa compromete a qualidade das águas e resulta na elevada proporção de nascentes degradadas.

Já a microbacia do Arroio Espinho é a mais extensa e concentra o maior número de nascentes identificadas no diagnóstico. Apesar de sua relevância ambiental, a microbacia apresenta quadro crítico: a maioria das nascentes encontra-se degradada ou alterada em função da fragmentação da vegetação, da proximidade com ocupações urbanas e do acúmulo de resíduos sólidos. Contudo, ainda mantém pontos estratégicos que podem funcionar como núcleos de conectividade ecológica.

Por fim, a microbacia do Arroio Matadouro apresenta uso do solo dominado por loteamentos residenciais e áreas de expansão urbana. Além da ocupação das margens, registram-se processos de canalização de trechos e descarte de resíduos sólidos, ampliando os riscos de assoreamento, instabilidade geotécnica e comprometimento das APPs.

Figura 2: Área de Estudo: Perímetro Urbano de Ijuí/RS e Microbacias Hidrográficas



Fonte: Garden (2025).



A pressão sobre as margens e a supressão da vegetação ciliar observadas nas microbacias do Moinho e do Espinho reforçam um padrão amplamente documentado em cidades ao redor do mundo: a sobreposição de ocupações formais e informais em APPs, que intensifica riscos de inundação e erosão. Grimm et al. (2008), ao analisar a ecologia urbana em escala global, destacam que tanto a urbanização planejada, com canalizações e retificações de cursos d'água, quanto a expansão informal, marcada por assentamentos precários, comprometem a integridade ecológica e ampliam a vulnerabilidade socioambiental.

A caracterização dessas quatro microbacias evidencia a heterogeneidade do território urbano de Ijuí, onde cada unidade apresenta desafios específicos de degradação e potencialidades distintas de recuperação. Essa diferenciação subsidia a priorização de ações no Plano, possibilitando a conciliação entre a restauração das APPs e nascentes e as demandas de planejamento urbano e gestão hídrica do município.

### **4.2 Áreas de Preservação Permanente (APPs)**

O mapeamento das APPs no perímetro urbano de Ijuí identificou um total de 592,82 hectares, distribuídos entre margens de arroios, nascentes e banhados. Deste total, 41,60% apresentam cobertura por vegetação florestal, 16,19% por vegetação herbácea-arbustiva e 6,07% correspondem a áreas alagáveis. Apesar da presença desses remanescentes, verificou-se que 6,98% das APPs (41,40 ha) estão ocupadas por edificações, totalizando mais de três mil construções em situação irregular.

Esses números revelam não apenas a dimensão espacial das APPs, mas também o grau de pressão a que estão submetidas em contexto urbano. Em termos socioambientais, trata-se de áreas fundamentais para a regulação climática, contenção de enchentes e provisão de serviços ecossistêmicos. Conforme já reconhecido pela literatura científica, tais áreas desempenham papel fundamental na regulação climática, na contenção de enchentes e na provisão de serviços ecossistêmicos, funções destacadas em estudos como os de Costanza et al. (2017) e do Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Por outro lado, o diagnóstico apontou fatores que fragilizam o desempenho dessas funções, como a impermeabilização do solo, a fragmentação dos remanescentes florestais e a presença significativa de espécies exóticas invasoras. Esses elementos comprometem a conectividade ecológica, reduzem a diversidade e dificultam processos de regeneração natural, configurando as APPs como áreas críticas e prioritárias para programas de recomposição da vegetação e manejo ambiental.

### **4.3 Nascentes**

Foram mapeadas 222 nascentes no município de Ijuí, distribuídas entre as quatro microbacias hidrográficas e áreas urbanas adjacentes. A classificação revelou um cenário preocupante: 62% encontram-se degradadas, 36% alteradas e apenas 2% preservadas. Essa condição evidencia a fragilidade hídrica do território urbano, visto que a maioria das nascentes



sofre pressões antrópicas diretas, como ocupações irregulares nas faixas de proteção, lançamento de resíduos sólidos domésticos e entulhos, além de processos erosivos intensificados pelo desmatamento e pela ausência de cobertura vegetal adequada. Em diversos pontos, foram observadas nascentes canalizadas ou obstruídas por construções, situações que comprometem tanto sua função ecológica quanto o abastecimento hídrico local.

É amplamente reconhecido que as nascentes urbanas estão entre os elementos mais vulneráveis dos ecossistemas hídricos, justamente pela sobreposição de usos do solo e pela carência de políticas eficazes de proteção (Walsh et al., 2005). Em perspectiva internacional, Walsh et al. (2005) cunharam o conceito de ‘síndrome dos riachos urbanos’, ressaltando que a degradação hídrica é recorrente em cidades de diferentes escalas e demanda estratégias integradas de restauração. Nesse contexto, a renaturalização surge como estratégia essencial para restabelecer sua funcionalidade socioambiental, conforme destacam Garcias e Afonso (2013), ao defenderem práticas de manejo contínuo que favoreçam a regeneração natural e a conectividade com a paisagem.

Do ponto de vista legal, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) determina a proteção de um raio mínimo de 50 metros ao redor das nascentes e olhos d’água, classificação que as enquadra como Áreas de Preservação Permanente (APPs). No entanto, o diagnóstico demonstra que essa determinação não é cumprida em grande parte do território urbano de Ijuí, o que reforça a distância entre a legislação ambiental e a realidade local. A análise espacial destacou que a microbacia do Arroio Espinho concentra o maior número de nascentes, embora em condições predominantemente críticas, enquanto a microbacia do Arroio Novo Leste, de menor extensão, apresentou apenas oito nascentes, todas em estado alterado ou degradado. A constatação de que apenas quatro nascentes permanecem preservadas em todo o município revela a urgência de ações integradas de proteção legal, recuperação ecológica e fiscalização efetiva.

#### 4.4 Qualidade da Água

As análises realizadas em 28 pontos de coleta nos arroios urbanos de Ijuí revelaram um quadro de comprometimento significativo da qualidade hídrica. Mais da metade das amostras (53,57%) foi enquadrada na Classe IV da Resolução CONAMA nº 357/2005, evidenciando condições críticas, enquanto apenas 21,43% se situaram em Classe I, indicativa de boa qualidade. Os parâmetros mais problemáticos foram coliformes termotolerantes, fósforo total e surfactantes, associados principalmente ao lançamento de esgoto doméstico sem tratamento e à poluição difusa decorrente da impermeabilização urbana.

Apesar desse quadro, o diagnóstico apontou avanços pontuais em relação às análises realizadas desde 2019, resultado da ampliação da rede de esgotamento sanitário e do fortalecimento das ações de monitoramento ambiental no município. Tais melhorias refletiram-se, por exemplo, na redução de alguns indicadores críticos, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), e no aumento dos níveis de oxigênio dissolvido em determinados trechos.

A análise espacial demonstrou que as microbacias Matadouro e Moinho concentram os pontos mais críticos, sobretudo em áreas de cabeceira densamente ocupadas, enquanto as



microbacias Espinho e Novo Leste apresentaram resultados relativamente melhores, ainda que com ocorrências de degradação. Esse cenário reforça a vulnerabilidade dos arroios urbanos frente à expansão desordenada, ao lançamento de efluentes sem tratamento e à insuficiência da cobertura sanitária, sinalizando a necessidade de medidas integradas de recuperação e monitoramento contínuo.

### **4.5 Riscos Ambientais e Geotécnicos e hidrológicos**

O diagnóstico identificou 82 áreas geotécnicas críticas, localizadas principalmente em encostas e margens de arroios com processos erosivos ativos. Essas áreas apresentam risco potencial de instabilidade de taludes, afetando tanto a segurança ambiental quanto a ocupação humana. Além disso, constatou-se risco de inundação em diversas edificações situadas dentro de Áreas de Preservação Permanente (APPs), resultado da combinação entre ocupação irregular das margens, canalização de trechos de arroios e deficiências do sistema de drenagem urbana. Tais fatores intensificam a vulnerabilidade socioambiental, ampliando os impactos de eventos pluviométricos extremos.

Conforme já reconhecido pela literatura científica, a urbanização desordenada potencializa processos erosivos e a ocupação de áreas de risco, agravando desigualdades socioespaciais e comprometendo a resiliência urbana (Hua; Chen, 2019). Do ponto de vista normativo, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução CONAMA nº 303/2002 já preveem a proteção de margens e encostas, justamente para mitigar tais vulnerabilidades, mas a realidade observada em Ijuí evidencia o descumprimento desses instrumentos. Essa desconexão entre arcabouço legal e prática urbana reforça a necessidade de programas de recomposição vegetal, manejo de encostas e adequação da drenagem, capazes de reduzir os riscos ambientais e alinhar a ocupação urbana às diretrizes de sustentabilidade.

### **4.6 Áreas Prioritárias para Recuperação**

A definição das áreas prioritárias para recuperação em Ijuí resultou de uma análise multicritério, fundamentada na metodologia de Saaty (1980). A aplicação de avaliação multicritério, apoiada em bases geoespaciais, segue a tendência de metodologias híbridas de avaliação ecológica apontadas em estudos internacionais (Beissler et al. (2019)). O processo combinou parâmetros ambientais, sociais e de risco, permitindo identificar os trechos mais vulneráveis e, ao mesmo tempo, mais estratégicos para a restauração. Essa etapa responde ao esforço de sistematizar os resultados do diagnóstico, oferecendo subsídios para a hierarquização das intervenções em APPs e nascentes.

Entre os critérios utilizados, a qualidade da água foi determinante: pontos de arroios e nascentes com índices críticos de poluição difusa, baixa autodepuração e elevada carga de efluentes foram considerados prioritários, por comprometerem tanto a saúde pública quanto a biodiversidade aquática. O uso e ocupação do solo também tiveram peso decisivo, sobretudo nas APPs ocupadas irregularmente, que além de infringirem a legislação ambiental, ampliam a vulnerabilidade a inundações e aceleram processos erosivos. Outro critério central foi o estado



de conservação das nascentes. Com 62% delas degradadas e apenas 2% preservadas, aquelas em piores condições receberam maior prioridade, dado seu papel estratégico na recarga hídrica e na manutenção da dinâmica dos arroios urbanos. A análise considerou ainda a conectividade entre fragmentos florestais, priorizando áreas com potencial de formação de corredores ecológicos capazes de restabelecer fluxos de fauna e flora e de ampliar a resiliência dos ecossistemas. Margens instáveis e encostas sujeitas a erosão também foram destacadas pela dupla função que cumprem: comprometem a integridade ambiental e representam ameaça direta às comunidades expostas. Por fim, a presença de banhados foi considerada um fator positivo de priorização, pela relevância desses ambientes na regulação hídrica, na contenção de cheias e na filtragem de poluentes.

O cruzamento desses critérios resultou em mapas de áreas prioritárias que apontam para a necessidade de concentrar esforços sobretudo nas microbacias do Espinho e do Moinho, onde há maior densidade de nascentes degradadas, intensa ocupação urbana e maior fragmentação da vegetação. As microbacias do Novo Leste e do Matadouro também foram contempladas, especialmente em trechos com instabilidade geotécnica e nascentes alteradas. Dessa forma, a priorização estabelecida pelo Plano reflete não apenas o diagnóstico ambiental das APPs e nascentes, mas também a busca por intervenções integradas que conciliem restauração ecológica, segurança hídrica e planejamento urbano sustentável.

### **4.7 Estratégias de Recuperação Propostas**

As estratégias de recuperação delineadas para o município de Ijuí foram formuladas a partir dos prognósticos ambientais identificados no Plano, os quais indicaram que, na ausência de medidas corretivas, haveria tendência de agravamento dos processos erosivos, da ocupação irregular das APPs, da fragmentação da vegetação e da perda de qualidade hídrica. Nesse contexto, o Plano estruturou um conjunto de programas que dialogam com os desafios do diagnóstico e buscam compatibilizar conservação ambiental, segurança hídrica e planejamento urbano.

A primeira estratégia corresponde ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que concentra esforços no controle de processos erosivos, na recomposição de taludes e na estabilização de margens. Tal ação responde diretamente ao mapeamento das 82 áreas geotécnicas críticas, em que a instabilidade do solo representa risco tanto para a integridade ecológica quanto para as populações em áreas suscetíveis a deslizamentos.

Outro eixo central é o Programa de Recomposição da Vegetação Ciliar (PRCV), voltado ao restabelecimento da cobertura vegetal nativa ao longo das margens de arroios e nascentes. A literatura sobre restauração florestal recomenda a substituição gradual de espécies exóticas invasoras por espécies nativas adaptadas ao bioma, de modo a reforçar a conectividade ecológica e ampliar a resiliência dos ecossistemas ( Rodrigues; Gandolfi, 1996).

A renaturalização de nascentes e banhados constitui outro pilar das ações propostas, com foco na regeneração natural assistida, no manejo contínuo das áreas de recarga hídrica e na implantação de barreiras para reduzir assoreamento. Como destacam Garcias e Afonso



(2013), a renaturalização não busca retornar a uma paisagem “intocada”, mas sim compatibilizar o uso urbano com a manutenção de serviços ecossistêmicos como provisão de água, filtragem de poluentes e regulação climática.

O Programa de Restauração da Conectividade (PRC), por sua vez, propõe a criação de corredores ecológicos entre fragmentos remanescentes de vegetação, assegurando o fluxo de espécies e a diversidade genética. Essa proposta ganha relevância em Ijuí diante da forte fragmentação da paisagem urbana e se aproxima de experiências internacionais de renaturalização de rios urbanos, como o Isar, em Munique, e o Cheonggyecheon, em Seul, que mostraram a importância da conectividade para restaurar ecossistemas urbanos (Riley et al., 1998).

De forma transversal, as estratégias também preveem mobilização social e educação ambiental, reconhecendo que a recuperação das APPs e nascentes não pode se sustentar apenas por ações técnicas. A inclusão da comunidade no processo de renaturalização fortalece o vínculo entre sociedade e meio ambiente e garante maior legitimidade e continuidade às ações propostas (Alvim et al., 2015).

Essas práticas alinhgam-se não apenas às recomendações clássicas de recomposição florestal, mas também a abordagens mais recentes que veem a restauração ecológica urbana como um processo social-ecológico adaptativo. Segundo Tzoulas et al. (2020), intervenções em ecossistemas urbanos devem integrar saberes técnicos, expectativas sociais e mecanismos institucionais, promovendo a construção de governança colaborativa e resiliência ecológica em meio urbano. De forma convergente, Elmqvist et al. (2015) ressaltam que a restauração de ecossistemas urbanos contribui diretamente para a recuperação de serviços ecossistêmicos essenciais, fortalecendo a resiliência climática, a saúde pública e a qualidade ambiental nas cidades.

Assim, os programas propostos pelo Plano (PRAD, PRCV, PRC e Renaturalização de Nascentes e Banhados) alinhgam-se ao que a literatura especializada reconhece como boas práticas em restauração ecológica: recomposição da vegetação nativa, controle de espécies invasoras e regeneração natural assistida. Ao mesmo tempo, respondem aos cenários de risco apontados nos prognósticos, consolidando o Plano como um instrumento capaz de articular conservação ambiental, segurança hídrica e planejamento urbano sustentável em cidades médias brasileiras.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar o Plano de Recuperação dos Arroios da Zona Urbana de Ijuí, com ênfase nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e na restauração de nascentes. Esse objetivo foi alcançado ao sistematizar os principais resultados do diagnóstico, discutir as estratégias de recuperação propostas e situar o Plano à luz da legislação ambiental e da literatura científica.

Os resultados evidenciam a gravidade da situação hídrica urbana: Ijuí conta com 592,82 hectares de APPs, dos quais parcela significativa encontra-se ocupada irregularmente;



foram mapeadas 222 nascentes, das quais apenas 2% preservadas; a qualidade da água, embora com avanços pontuais desde 2019, ainda revela baixa capacidade de autodepuração; e 82 áreas geotécnicas críticas foram identificadas, associadas a riscos de erosão, instabilidade e inundações em edificações.

A principal contribuição deste artigo está em demonstrar como instrumentos de diagnóstico multicritério e análise espacial em microbacias podem subsidiar políticas públicas de ordenamento urbano e gestão hídrica. Ao articular resultados técnicos com referenciais normativos (Código Florestal, Resolução CONAMA 303/2002) e com aportes teóricos (Gleick, 1993; Garcias; Afonso, 2013), reforça-se que a integração entre restauração ecológica, segurança hídrica e planejamento urbano sustentável é um caminho necessário para cidades médias brasileiras.

Entretanto, persistem lacunas importantes: ausência de séries históricas de monitoramento da qualidade da água; insuficiência de dados socioeconômicos das populações afetadas; desafios de governança para assegurar a continuidade das ações; e limitações quanto ao financiamento e mobilização social.

Diante disso, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem: (i) o monitoramento longitudinal das condições ambientais das microbacias; (ii) os impactos sociais e econômicos da implementação das estratégias de restauração; (iii) a efetividade das ações de recomposição da vegetação ciliar e renaturalização de nascentes; e (iv) a comparação com experiências nacionais e internacionais de recuperação de cursos hídricos urbanos.

Assim, este trabalho não apenas expôs a situação crítica das APPs e nascentes de Ijuí, mas também demonstrou como um Plano municipal pode servir como referência para articular ciência, política pública e sociedade em torno da construção de cidades mais resilientes e sustentáveis.



## 6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.

ALVIM, A. T. B.i; KATO, V. R. C.; ROSIN, J. R. G.. A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais. *Cadernos Metrópole*, São Paulo, v. 25, n. 53, p. 1–22, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/wfQWX84LzHjvhtLftw37Vjh/>. Acesso em: 7 set. 2025.

BEATLEY, Timothy. *Green Urbanism: Learning from European Cities*. Washington: Island Press, 2000.

BEISSLER, Manuel R.; HACK, Jochen. A combined field and remote-sensing based methodology to assess the ecosystem service potential of urban rivers in developing countries. *Remote Sensing*, v. 11, n. 14, p. 1697, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11141697>.

BERNHARDT, Emily S. et al. Synthesizing U.S. river restoration efforts. *Science*, v. 308, n. 5722, p. 636–637, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1109769>

BIAJOLINI, C. H.; LOURENÇO, R. W. Avaliação dos serviços prestados pelo Parque Linear Tiquatira em São Paulo, SP (Brasil). *Revista Hipótese*, Bauru, v. 2, n. 2, p. 94-101, 2016. Disponível em: <https://revistahipotese.editoraiberoamericana.com/revista/article/view/148>. Acesso em: 7 set. 2025.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, v. 29, n. 2, p. 293-301, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0).

BRANCION, P. H. S. et al. Ecosystem restoration job creation potential in Brazil. *People and Nature*, v. 4, n. 3, p. 1426-1434, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/pan3.10370>. Acesso em: 14 set. 2025.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso 7 set. 2025

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 maio de 2002. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com\\_sisconama&task=documento.download&id=18409](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=18409). Acesso 7 set. 2025

COSTANZA, Robert et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, v. 28, p. 1-16, Amsterdam: Elsevier, 2017.

DALY, Herman E. *Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press, 1996.

DIETZ, T.; OSTROM, E.; STERN, P.C. The struggle to govern the commons. *Science*, v. 302, n. 5652, p. 1907–1912, Washington, 2003. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1091015>. Acesso 7 set. 2025

Dybala, K. E. et al. (2019). Carbon sequestration in riparian forests: global synthesis and local application. *Ecological Applications*, 29(8): e01952. DOI: <https://doi.org/10.1002/eap.1952>

ELMQVIST, T. et al. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 14, p. 101-108, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001>

EVERARD, Mark; MOGGRIDGE, Helen L. Rediscovering the value of urban rivers. *Science of the Total Environment*, v. 408, n. 20, p. 4340–4349, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.09.032>

FRANTZESKAKI, N.; KABISCH, N.; PAULEIT, S.; NAUMANN, S. Nature-based solutions for urban climate change adaptation. *BioScience*, v. 69, n. 6, p. 455-461, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biz042>

GARCIAS, C. M. ; AFONSO, J. A. C. . Revitalização de Rios Urbanos. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 1, p. 124-137, Bahia, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7111>. Acesso 1 set. 2024.



GLEICK, Peter H. (Ed.). **Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources.** New York: Oxford University Press, 1993.

GRIMM, Nancy B. et al. Global change and the ecology of cities. **Science**, v. 319, n. 5864, p. 756–760, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1150195>.

HUA, J.; CHEN, W. Y. Prioritizing urban rivers' ecosystem services: An importance-performance analysis. **Cities**, v. 94, p. 11-23, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.05.014>.

MENICHINO, G. T. et al. **A Phased Approach to Urban Stream Restoration Decision-Making in Utoy Creek, Atlanta, Georgia. Land**, v. 14, n. 3, p. 449, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/land14030449>

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis.** Washington, DC: Island Press, 2005.

MOLDEN, D. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.* London: Earthscan; Colombo: International Water Management Institute, 2007. Disponível em: [https://archive.iwmi.org/assessment/files\\_new/synthesis/Summary\\_SynthesisBook.pdf](https://archive.iwmi.org/assessment/files_new/synthesis/Summary_SynthesisBook.pdf). Acesso 7 set. 2025.

OSTROM, Elinor. **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. **Cartilha comemorativa de 15 anos do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica.** São Paulo: Pacto, 2024. Disponível em: <https://www.pactomataatlantica.org.br/wp-content/uploads/2024/08/cartilha-comemorativa-PACTO-15-anos-WEB.pdf>. Acesso em: 14 set. 2025.

PALMER, M. A.; HONDULA, K. L.; KOCH, B. J. Ecological restoration of streams and rivers: shifting strategies and shifting goals. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 45, n. 1, p. 247–269, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091935>.

PAUL, M. J.; MEYER, J. L. Streams in the urban landscape. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 32, p. 333-365, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040>.

PICKETT, S. T. A., et al. (2011). "Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress." **Journal of Environmental Management**, 92(3), 331–362.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.08.022>

PREFEITURA DE CURITIBA. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica.** Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, 2012. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/>. Acesso em: 7 set. 2025.

POSTEL, Sandra. **Last Oasis: Facing Water Scarcity.** New York: W.W. Norton, 1997.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, p. 472–475, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Ornamental Horticulture**, v. 2, n. 1, 14, São Paulo, maio 1996. Disponível em: <https://ornamentalhorticulture.com.br/rbho/article/view/114>. Acesso em: Acesso 7 set. 2025.

RILEY, Ann L. **Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policymakers, and Citizens.** Washington: Island Press, 1998.

SACHS, Jeffrey. **The Age of Sustainable Development.** New York: Columbia University Press, 2015.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Cadernos de Educação Ambiental: Matas Ciliares.** [S. I.: s. n.], 2014a. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/2014/11/7-MATAS-CILIARES.pdf>. Acesso em: Acesso 7 set. 2025.



**Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**

*Technical and Scientific Journal Green Cities*

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

**Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English/- Vol. 13, N. 47, 2025**

SETO, K. C.; GÜNERALP, B.; HUTYRA, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 109, n. 40, p. 16083–16088, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>

SOUZA, L. C. et al. Ecosystem services of urban rivers: a systematic review. **Aquatic Sciences**, v. 87, n. 1, p. 1-18, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00027-024-01138-y>.

TZOULAS, Konstantinos et al. A conceptual model of the social–ecological system of urban wetland restoration. **Ecology and Society**, v. 25, n. 3, art. 18, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01380-2>.

Walsh, C. J. et al. (2005). The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. **Journal of the North American Benthological Society**, 24(3), 706–723. DOI: <https://doi.org/10.1899/04-028.1>

WRI BRASIL. **Mata Atlântica, o lugar ideal para a restauração de florestas e paisagens**. 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/mata-atlantica-o-lugar-ideal-para-restauracao-de-florestas-e-paisagens>. Acesso em: 27 ago. 2025.

WOLF, A. **Water Conflict Management and Transformation**. London: Routledge, 2009.



---

### DECLARAÇÕES

---

#### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

A concepção e o design do estudo foram realizados por Bruna Carolina Jachinski e Carolina Casarin Gai. A curadoria de dados, bem como a análise formal e a investigação em campo, ficaram sob responsabilidade de Yuri Lucian Plissão. A aquisição de financiamento institucional foi conduzida por Daniel Claudy da Silveira. A metodologia foi desenvolvida por Tarcísio Dorn de Oliveira, enquanto Bruna Carolina Jachinski e Carolina Casarin Gai elaboraram o rascunho inicial e realizaram a revisão crítica do manuscrito. A revisão e edição final do texto foram conduzidas por Bruna Carolina Jachinski e Carolina Casarin Gai. A supervisão geral coube a Daniel Claudy da Silveira e Tarcísio Dorn de Oliveira, que também garantiram a qualidade científica e institucional do estudo.

---

#### DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Eu, Bruna Carolina Jachinski, Carolina Casarin Gai, Yuri Lucian Plissão, Daniel Claudy da Silveira e Tarcísio Dorn de Oliveira, declaramos que o manuscrito intitulado “Integração entre Planejamento Urbano e Gestão Hídrica: Estratégias de Recuperação de APPs e Nascentes em Ijuí/RS” :

1. **Vínculos Financeiros:** Este trabalho contou com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio de bolsas concedidas às autoras Bruna Carolina Jachinski e Carolina Casarin Gai. Nenhuma outra instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo .
  2. **Relações Profissionais:** Nós, Yuri Lucian Plissão e Daniel Claudy da Silveira, mantemos vínculo empregatício com a Prefeitura Municipal de Ijuí, por meio das funções exercidas, respectivamente, como Secretário de Meio Ambiente e Secretário de Planejamento e Regulação Urbana. Ressaltamos que tais vínculos não influenciaram de forma indevida a análise, interpretação ou apresentação dos resultados.
  3. **Conflitos Pessoais:** Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado
-