



Análise de riscos à contaminação da água no Córrego Lajeado como mecanismo de prevenção à segurança hídrica em Dois Córregos (SP)

Analysis of risks to water contamination in Lajeado Stream as a mechanism to prevent water security in Dois Córregos (SP)

Análisis de riesgos de contaminación del agua en Córrego Lajeado como mecanismo para prevenir la seguridad hídrica en Dois Córregos (SP)

Keila Camila da Silva

Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental – EESC/USP, Prefeitura de Dois Córregos, Brasil
keila_ambiental@hotmail.com

Katia Sakihama Ventura

Professora Doutora PPGEU/DECiv, UFSCar, Brasil
katiasv@ufscar.br

Jefferson Cesar Padrin Filho

Especialista em Direito Ambiental - UNIARA, Secretário de Agricultura e Meio Ambiente de Dois Córregos, Brasil
jeffersonpadrin@gmail.com



RESUMO

A urbanização acompanhada do crescimento populacional trouxe consigo impactos ambientais como a impermeabilização do solo e a ocupação de áreas de preservação permanente, além disso, intensificou processos de inundações urbanas, erosão do solo e assoreamento dos rios. O objetivo desse estudo foi analisar os riscos de contaminação da água no Córrego Lajeado como subsídio à segurança hídrica em Dois Córregos (SP). Para tal, a metodologia se baseou na identificação de riscos in loco e análise documental. Foi aplicada a ferramenta da matriz de priorização de risco, pela severidade e probabilidade de ocorrência e catalogados em riscos construídos, naturais, sociais e produtivos (matriz de 0 a 20). Os riscos foram classificados em graves (risco 16) e muito grave (risco 20) referem-se às alterações no curso d'água, impermeabilização do solo, descarte e acúmulo de resíduos sólidos, presença de ocupação/construções irregulares no entorno e de pontos específicos com processo erosivos ao longo do curso d'água. O estudo demonstra que a expansão urbana em Dois Córregos alterou o Córrego Lajeado e ocasionou impactos ambientais em diversos pontos, como processos erosivos nas margens, assoreamento do leito, ausência de APP, acúmulo de resíduos sólidos ao longo do trecho analisado além da falta de planejamento urbano. As recomendações prioritárias são conscientização socioambiental, monitoramento ambiental, o aprimoramento do sistema de drenagem e serviços de limpeza urbana, elaboração de projetos voltados a implantação de infraestrutura verde e captação de recursos financeiros.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança hídrica. Gestão de riscos. Rios urbanos.

ABSTRACT

Urbanization accompanied by population growth has brought with it environmental impacts such as soil impermeability and the occupation of permanent preservation areas. In addition, it has intensified urban flooding, soil erosion and river silting. The objective of this study was to analyze the risks of water contamination in the Lajeado Stream as a subsidy for water security in Dois Córregos (SP). To this end, the methodology was based on the identification of risks in loco and documentary analysis. The risk prioritization matrix tool was applied, according to severity and probability of occurrence and cataloged into constructed, natural, social and productive risks (matrix from 0 to 20). The risks were classified as serious (risk 16) and very serious (risk 20) and refer to changes in the watercourse, soil impermeability, disposal and accumulation of solid waste, presence of irregular occupation/constructions in the surroundings and specific points with erosion processes along the watercourse. The study shows that urban expansion in Dois Córregos changed the Lajeado Stream and caused environmental impacts in several points, such as erosion processes on the banks, silting of the bed, absence of Permanent Preservation Areas (APPs), accumulation of solid waste along the analyzed stretch, in addition to the lack of urban planning. The priority recommendations are socio-environmental awareness, environmental monitoring, improvement of the drainage system and urban cleaning services, preparation of projects aimed at implementing green infrastructure and raising financial resources.

KEYWORDS: Water security. Risk management. Urban rivers.

RESUMEN

La urbanización acompañada del crecimiento poblacional trajo consigo impactos ambientales como el sellado de suelos y la ocupación de áreas de preservación permanente, además, intensificó procesos de inundaciones urbanas, erosión de suelos y sedimentación de ríos. El objetivo de este estudio fue analizar los riesgos de contaminación del agua en Córrego Lajeado como apoyo a la seguridad hídrica en Dois Córregos (SP). Para ello, la metodología se basó en la identificación de riesgos in situ y análisis documental. Se aplicó la herramienta matriz de priorización de riesgos, por severidad y probabilidad de ocurrencia y se catalogaron en riesgos construidos, naturales, sociales y productivos (matriz de 0 a 20). Los riesgos se clasificaron como graves (riesgo 16) y muy graves (riesgo 20) referido a cambios en el curso de agua, sellado de suelos, disposición y acumulación de residuos sólidos, presencia de ocupación/construcciones irregulares en los alrededores y puntos específicos con procesos erosivos a lo largo de El estudio demuestra que la expansión urbana en Dois Córregos alteró el arroyo Lajeado, provocando impactos ambientales en varios puntos, como procesos erosivos en las riberas, colmatación del cauce, ausencia de APP además



Edição em Português e Inglês / *Edition in Portuguese and English* - Vol. 13, N. 40, 2025

de acumulación de residuos a lo largo del cauce. tramo analizado, además de la falta de planificación urbanística, las recomendaciones prioritarias son la sensibilización socioambiental, la vigilancia ambiental, la mejora del sistema de drenaje y de los servicios de limpieza urbana, el desarrollo de proyectos encaminados a implementar infraestructura verde y la captación de recursos financieros.

PALABRAS CLAVE: Seguridad hídrica. Gestión de riesgos. Ríos urbanos.



1 INTRODUÇÃO

A intensa urbanização nos últimos anos tem agravado muito os problemas de drenagem urbana e de gerenciamento dos recursos hídricos. Nesse contexto, as alterações ambientais induzidas pela ação humana oriundas da falta de planejamento urbano levam a um cenário de emergência climática, comprometendo os ecossistemas (YANG et al., 2020).

A maior parte dos municípios brasileiros surgiu nas margens dos rios (Morsch et al. 2017). Os rios são elementos essenciais na cidade, desempenhando importantes serviços ecossistêmicos, porém, é cada vez mais visível a falta de áreas permeáveis e intervenções no ambiente urbano.

Os autores afirmam que a impermeabilização do solo urbano, decorrente do crescimento populacional e ocupação de áreas vulneráveis nas cidades trouxe intervenções diretas nos rios urbanos, tornando-os alvo de despejo de resíduos e ocupação irregulares, desconectados e desvinculados da paisagem. Essas intervenções, frequentemente são acompanhadas de dimensionamentos de sistemas de drenagem inadequados, ineficientes e sem planejamento, alterando o fluxo natural dos recursos hídricos e no escoamento superficial, atenuando inundações urbanas (Tucci, 2008; Delcol, 2019).

Apaza et al. (2024) ilustram em seu estudo sobre os riscos ambientais em setores urbanos do Rio Monjolinho no município de São Carlos/SP que a sustentabilidade ambiental e resiliência urbana estão alinhadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) devido às questões relacionadas à gestão dos rios urbanos, devido a necessidade de integrar recursos hídricos com políticas urbanas abrangentes, especificamente aos ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis e o ODS 6 - Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.

A área de estudo contempla o Córrego Lajeado, o qual percorre a área urbana do município de Dois Córregos, desaguardo no Rio do Peixe, afluente do Rio Jaú. Em especial atenção, a urbanização no Córrego Lajeado ocorreu de forma desordenada e sem planejamento, alterando sua dinâmica natural, sendo encontrado trechos com erosão nos taludes fluviais, assoreamento do leito, ocupação de áreas de preservação permanente – APP e resíduos descartados nas margens. Assim, o estudo da resiliência urbana neste local é essencial para estabelecer tópicos prioritários ao município e políticas públicas no setor.

Como os focos de contaminação existentes na bacia acompanham a intensificação da presença e da atividade humana, a segurança hídrica possibilita o planejamento futuro dos recursos hídricos e tem o intuito de minimizar os riscos de contaminação dos rios (Ventura et. al. 2019).

O objetivo principal foi analisar os riscos de contaminação do córrego Lajeado em Dois Córregos (SP) como forma de subsidiar a segurança hídrica local.

1.1 SEGURANÇA HÍDRICA

Alguns autores trazem conceitos similares a respeito da segurança hídrica como a disponibilidade adequada de quantidade e qualidade de água para atender às necessidades humanas, ambientais e econômicas além da conservação dos ecossistemas aquáticos, com um nível aceitável de risco relacionado aos eventos extremos. (Dinar, 2002; Lundqvist et al., 2003; Ratnaweera et al., 2006; Allouche, 2011; Melo, 2016; Pereira e Rodrigues, 2022).



A segurança hídrica possibilita o planejamento futuro dos recursos hídricos e tem o intuito de minimizar os riscos de contaminação dos rios (Ventura et. al. 2019). Trata-se de usar a água de forma a aumentar o bem-estar econômico, melhorar a equidade social, avançar na sustentabilidade a longo prazo ou a reduzir os riscos relacionados com a água (Hoekstra et al., 2018).

A gestão dos recursos hídricos é exemplo da necessidade de interação entre diversos sistemas. As cidades necessitam associar a resiliência urbana ao planejamento ambiental visando a construção de ambientes sustentáveis, adaptados e com capacidade de resposta e reinvenção diante de eventos adversos (Obraczka et al., 2019; Feagan et al., 2019).

A implementação de tecnologias inteligentes para a gestão sustentável dos recursos hídricos, com a utilização de modelos, ferramentas de otimização e sistemas de apoio à decisão além do Sistema de Informação Geográfica (SIG) otimizam o suporte ao setor de águas inteligentes. A adoção de sistemas de medição de desempenho padronizado com indicadores relevantes e interfaces de apoio à decisão permitem subsídios à tomada de decisão à gestão hídrica (Ramos et al., 2019; Cramolichi et al., 2023).

Trata-se de usar a água de forma a aumentar o bem-estar econômico, melhorar a equidade social, avançar na sustentabilidade a longo prazo ou a reduzir os riscos relacionados com a água (Hoekstra et al., 2018).

1.2 RESILIÊNCIA URBANA E CLIMÁTICA

Nos últimos anos, o termo “Cidades Resilientes” ou “Resiliência Urbana” representa a adaptação urbana às mudanças climáticas.

As bacias hidrográficas vem passando por pressões em face das demandas dos usos dos seus recursos naturais (Ioris et al., 2008; Almeida e Carvalho, 2010; Asefa et al., 2014; Oliveira e Silva, 2014; Tony et al., 2015; Godoy e Cruz, 2016).

A resiliência se refere a capacidade de suportar, resistir e absorver distúrbios, perturbações, mudanças, que impactam negativamente a vida das pessoas, infraestruturas urbanas e a economia. (Tony et al., 2015; Ferreira, 2016).

“O estudo da resiliência urbana encara as cidades como o exemplo de um sistema adaptativo complexo”, assim, a ideia de que as cidades estão sujeitas a pressões que, acumuladas, podem provocar rupturas é um ponto central no estudo da resiliência (Gonçalves, 2017). Nesse contexto, propostas que visam integrar e/ou reintegrar a natureza ao espaço urbano podem auxiliar na resolução de problemas como, a poluição e a contaminação ambiental (Pauleit et al., 2017).

Assim, torna-se necessário compreender as causas e a extensão da vulnerabilidade da população à água para o desenvolvimento de estratégias de prevenção para cenários inseguros à qualidade e disponibilidade.

Ações de planejamento e gestão dos recursos urbanos devem levar em consideração as próprias possibilidades do meio urbano (Oliveira et al., 2023). Exemplos de aplicação de infraestrutura verde e azul podem ser observados por meio de projetos de soluções baseadas na natureza, como parques e corredores verdes, áreas verdes urbanas, jardins de chuva, telhados verdes e agricultura urbana, reflorestamentos e recomposição de vegetação, entre outros (Dullius e Silva, 2017; Cortinovis e Geneletti, 2018; Guimarães et al., 2018; Valck et al. 2019; Costa e Sakurai, 2021; Fraga; Sayago, 2020, Ximenes e Maglio, 2022).



No contexto urbano, as SbN podem ser utilizadas para enfrentar desafios como inundações, ondas de calor, escassez de água e poluição, aproveitando as capacidades da natureza para fornecer serviços ecossistêmicos essenciais (Oliveira et al., 2023).

Sobretudo, a falta de investimentos e planejamento urbano adequado, fiscalização municipal, influência política, conscientização e conhecimento em diferentes níveis, desde comunidades até formuladores de políticas pública, agravado pela predominância dos setores tradicionais de engenharia civil ratificam a necessidade de se incorporar as infraestruturas verde-azul no planejamento do espaço urbano. (FRAGA, 2020).

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Dois Córregos é uma cidade brasileira situada a 221 quilômetros da capital de São Paulo, na região central do Estado e faz limite com os municípios de Dourado, Mineiros do Tietê, Brotas, Torrinha, Santa Maria da Serra, Botucatu, São Manuel e Jaú. Tem considerado sua fundação oficial em 04 de fevereiro de 1856, com população estimada em 24.510 habitantes (IBGE, 2022) e área total de 63.297,3 hectares (ha), dos quais 603,62 ha compreendem a área urbana e 62.654,60 ha na área rural.

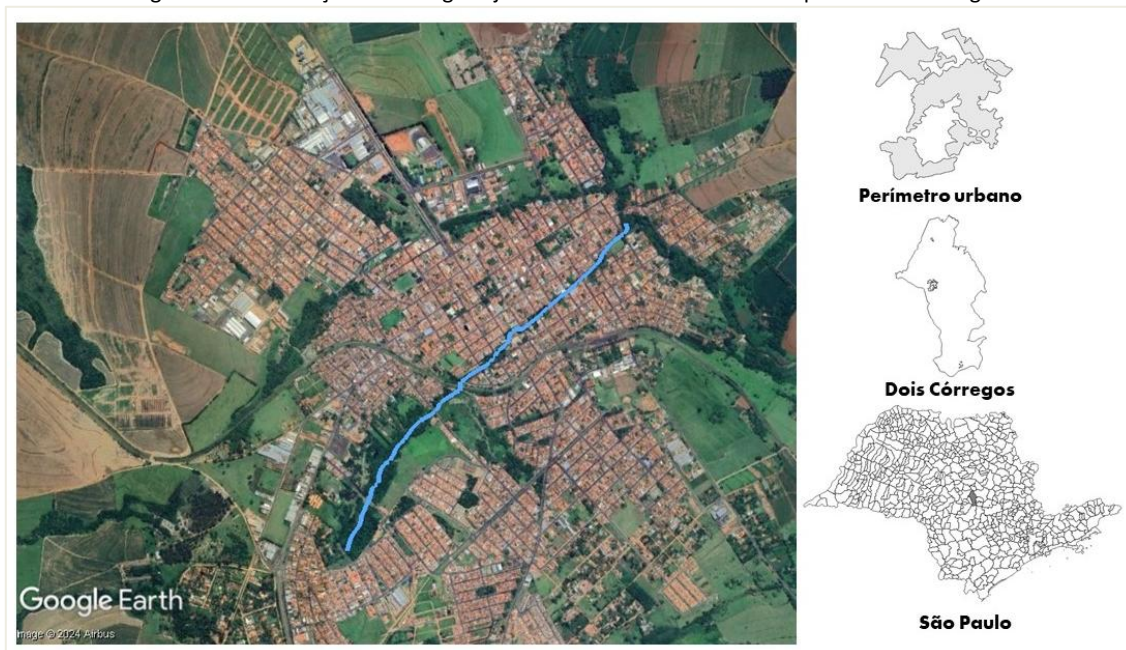
Possui aproximadamente 58,81% do território inserido na UGRHI 13 – Tietê - Jacaré, 41,15% inserido na UGRHI 5 - Piracicaba – Capivari - Jundiá e o restante na UGRHI 10 – Tietê-Sorocaba, tendo basicamente toda sua área urbana localizada na UGRHI -13.

Está inserido na Sub-Bacia do Rio Jaú / Ribeirão da Ave Maria / Ribeirão do Sapé e afluentes diretos do Rio Tietê da na UGRHI – 13, classificada como sub-bacia 03, conforme o Plano Diretor de Educação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré – PDEA-TJ, e inserido na microbacia B7 do município de acordo com o Plano de Combate a Erosão Rural da Bacia TJ no município de Dois Córregos.

É cortado em sua área urbana pelo Córrego Fundo e Lajeado que desaguam no Rio do Peixe, afluente do Rio Jaú. A Figura 1 demonstra a área de abrangência do projeto proposto, que é o município de Dois Córregos, com destaque para sua área urbana, inserida majoritariamente na Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré. O Córrego Lajeado apresenta aproximadamente 2,40 km de extensão se encontrando totalmente localizado em área urbana. O estudo foi realizado em todo seu leito.



Figura 1 – Delimitação do Córrego Lajeado na área urbana do município de Dois Córregos



Fonte: Autores (2024).

O município de Dois Córregos se encontra em situação crítica no Programa de Duração Continuada (PDC) 4.2: Soluções baseadas na Natureza (SbNs) – estrutura verde, no PDC 4.1 e 7.1: Drenagem de águas pluviais e controle de erosão conforme anexo II – áreas críticas da Deliberação CBH-TJ 11/2023 de 08/12/2023 (CBH-TJ, 2023).

O Plano de Drenagem Urbana de Dois Córregos (MEP Consultoria e Ambiental, 2015, pg. 37) regido pela Lei nº 4.399, de 18 de junho de 2018 apresenta a necessidade do uso de técnicas para com apresentação de características de mitigação dos impactos hidrológicos ou que visem manter as funções hidrológicas, incentivem a infiltração e retardamento do escoamento superficial, bem como a adoção de soluções integradas com a utilização de sistemas vegetativos, pois se tornam um atrativo paisagístico.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Hiper Ambiental, 2017, pg. 114) também traz a vertente da proteção ambiental por meio da drenagem superficial para evitar carreamento de resíduos para os recursos hídricos e áreas urbanas.

Ademais, a educação ambiental é uma estratégia para a gestão de recursos hídricos, alinhada ao Programa Municipal de Educação Ambiental, instituído pela Lei Municipal nº 5.005, de 01 de junho de 2023 que tem como metas estimular a educação ambiental junto à comunidade e oferecer soluções ambientalmente adequadas para o meio ambiente, além de trabalhar conceitos voltados a conservação/preservação e uso sustentável dos recursos naturais (Prefeitura Municipal de Dois Córregos, 2023, pg. 16).

A Prefeitura Municipal realiza, por meio das Secretarias de Infraestrutura e Obras e Agricultura e Meio Ambiente, a manutenção e conservação dos sistemas de drenagem urbana do município, bem como é responsável pela análise e aprovação de projetos de



desmembramentos e loteamentos acrescentando a obrigatoriedade de implantação de espaço árvore e arborização das vias públicas e de áreas verdes conforme Lei Municipal nº 4.402, de 29 de junho de 2018.

Em Dois Córregos, vem sendo realizadas diversas obras de micro e macrodrenagem em pontos à montante e jusante dos córregos urbanos. Em relação às SbNs, a Prefeitura possui dois projetos aprovados para o desenvolvimento do diagnóstico do Córrego Lajeado, Córrego Fundo e Rio do Peixe em toda a extensão urbana e elaboração de projeto conceitual nesta temática para os referidos recursos hídricos. Além disso, a elaboração de projeto executivo de Soluções Baseadas na Natureza com técnicas de Engenharia Natural para revitalização de trecho do Córrego Lajeado paralelamente ao Parque Ecológico Águas do Lajeado (Prefeitura Municipal de Dois Córregos, 2024).

Por fim, são realizadas ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas com a criação da Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil, a fim de evitar ou minimizar riscos urbanos e aumentar a resiliência urbana e a adaptação às mudanças climáticas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O tipo de pesquisa se caracteriza por ser exploratória e estudo de caso (Marconi e Lakatos e 2003). Os procedimentos metodológicos basearam-se na coleta de dados secundários por meio da pesquisa bibliográfica, dados censitários disponíveis em plataforma digital, planos, legislações e documentos oficiais do município visando a caracterização da área de estudo, bem como o aprofundamento dos indicadores relevantes para análise de risco do Córrego Lajeado.

Foi realizado um levantamento de campo para coleta de dados primários e apoio à análise de situações existentes em 6 (seis) pontos do Córrego Lajeado. Os pontos representam trechos com processos erosivos, assoreamento do leito, ocupação antrópica de Área de Preservação Permanente – APP, intervenções como tamponamento do trecho e APP preservada. Já os pontos X e Y representam, respectivamente, o fluxo do Córrego Lajeado, de montante (X) à jusante (Y) (Figura 2).

Figura 2 – Pontos de observação do Córrego Lajeado



Fonte: Autores (2024).

O Quadro 1 ilustra a matriz de priorização de risco adaptada da NBR 17080 (ABNT, 2023). Os dados foram analisados com base na matriz de priorização de riscos, elaborada por Apaza et al. (2024) a partir da adaptação de Vieira; Moraes (2005) e de WHO (2011). Para tal, foram atribuídos valores numéricos às probabilidades de ocorrência do evento (quase certo; muito frequente; frequente; pouco frequente; raro) e a severidade ou consequência (insignificante; baixa; moderada; grave; muito grave). Foram analisadas as variáveis no Córrego Lajeado com base nos eventos perigosos e frequentes que ocorrem em sua extensão.



Quadro 1 – Matriz para priorização de riscos

Probabilidade de ocorrência do evento	Severidade ou consequência do evento				
	Insignificante	Baixa	Moderada	Grave	Muito grave
Quase certo	5	10	15	20	25
Muito frequente	4	8	12	16	20
Frequente	3	6	9	12	15
Pouco frequente	2	4	6	8	10
Raro	1	2	3	4	5
Pontuação do risco		<6	6-9	10-15	>15
Classificação do risco		Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
	Muito alto: risco extremo e não tolerável; necessidade de atenção imediata.				
	Alto: risco alto e não tolerável; necessidade de especial atenção.				
	Médio: risco moderado; necessidade de atenção.				
	Baixo: baixo risco e tolerável, controlável por meio de procedimentos de rotina.				

Fonte: Apaza et al. (2024).

Com base na matriz para priorização, os riscos foram priorizados em construídos, naturais, sociais e produtivos, conforme classificação de eventos perigosos adotada por Dagnino e Junior (2009), **riscos construídos** (referem-se às transformações do ambiente por meio das construções e infraestruturas urbanas com a impermeabilização do solo sobre às áreas naturais), **riscos naturais** (aqueles resultantes de processos naturais e intempéries ambientais), **riscos sociais** (relacionam-se às características e organização da sociedade local) e **riscos produtivos** (identificados pelas atividades econômicas e não econômicas desenvolvidas no local).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Observações direta em visita a campo

O Córrego Lajeado possui diversos trechos que culminou, paralelamente à construção da cidade, em obras convencionais que geraram impactos e passivos ambientais, como erosão nos taludes fluviais, assoreamento do leito, ocupação de áreas de APP, resíduos sólidos descartados nas margens do rio, ademais também possui áreas com APP. A Figura 3 ilustra os riscos observados a partir da coleta de dados primários e visita a campo.



Figura 3 – Observações de campo para os pontos do Córrego Lajeado



Descrição: Processos erosivos em trecho do Córrego Lajeado após nascente na Rua: David Monteiro. Observa-se tentativas de controle da erosão.



Descrição: Assoreamento de trecho do Córrego Lajeado na Avenida Bahia. O local está sujeito à inundações e alagamentos quando da ocorrência de chuvas intensas.



Descrição: Ocupação antrópica de Área de Preservação Permanente – APP na Avenida Padre Domingos Ciudad.



Descrição: Ocupação antrópica de APP na Avenida 29 de maio.



Descrição: Trecho do Córrego Lajeado com intervenção direta onde é possível observar tamponamento do leito na Avenida Modesto Carmesini.



Descrição: Trecho do Córrego Lajeado com APP preservada na Av. Fernando Costa, onde o Córrego escoa em canal aberto e seção natural.

Fonte: Autores (2024).

4.2 Priorização de riscos no Córrego Lajeado, Dois Córrego (SP)



Os riscos classificados como grave e muito grave severidade demonstram as alterações antrópicas no Córrego Lajeado e foram priorizados no estudo. “Alterações e/ou retificações no formato do curso d’água (Estrangulamento, Canalização, galerias, Pontes)” só reforçam que este córrego possui parte de seu trecho tamponado/canalizado, trechos estrangulados e mudança do leito natural. “Incremento da Impermeabilização do solo em área de aporte da bacia hidrográfica” e “Presença de ocupação/ construções irregulares no entorno” (Quadro 2).

A APP do córrego se encontra com quantidades mínimas ou inexistentes em alguns trechos além da presença de ocupação humana. “Descarte e acúmulo de resíduos sólidos em geral (sedimentos, rejeitos de construção, excreta de animais, outros)”. Ainda existe uma parcela da população que utiliza as áreas de APP como descarte de materiais, necessitando do reforço da consciência ambiental. “Presença de pontos específicos com processo erosivos ao longo do curso d’água” (Quadro 2).

Há ocorrência de processos erosivos e assoreamento de trechos do Córrego Lajeado que necessitam de medidas imediatas visando a renaturalização e revitalização do córrego.

Quadro 2 - Matriz de priorização de riscos para o Córrego Lajeado

TIPO	EVENTO PERIGOSO	PROBABILIDADE	SEVERIDADE	RISCO
CONSTRUÍDOS	Alterações e/ou retificações no formato do curso d’água (Estrangulamento, Canalização, galerias, Pontes).	Muito Frequente	Muito grave	20
	Presença de ocupação/ construções irregulares no entorno.	Quase certo	Grave	20
	Incremento da Impermeabilização do solo em área de aporte da bacia hidrográfica.	Muito Frequente	Grave	16
	Descarte e acúmulo de resíduos sólidos em geral (sedimentos, rejeitos de construção, excreta de animais, outros).	Muito frequente	Grave	16
	Obras de drenagem (bocas de lobo, redes coletoras, canais, reservatórios, outros) muitas vezes em desconformidade com o comportamento do fluxo natural do curso d’água.	Quase certo	Moderada	15
	Parte do percurso ausente de mata ciliar.	Muito frequente	Moderada	12
	Obras de manutenção corretiva mau dimensionadas ou executada em desconformidade/ sem padrão	Frequente	Grave	12
	Presença de postos de combustíveis nas proximidades.	Pouco frequente	Muito Grave	10
	Destruição de calçamento das margens do córrego.	Frequente	Moderada	9
	Exposição do solo (solo nu) ou sem vegetação.	Pouco frequente	Grave	8
	Presença de ruídos excessivos pelos veículos automotores.	Frequente	Insignificante	3
	Carreamento de contaminantes por escoamento superficial.	Raro	Baixa	2
NATURAIS	Presença de pontos específicos com processo erosivos ao longo do curso d’água	Muito frequente	Muito grave	20
	Assoreamento em pontos específicos do corpo hídrico.	Frequente	Muito grave	15
	Ausência de vida aquática (peixes, outros)	Muito frequente	Moderada	12
	Parte do percurso ausente de mata ciliar	Frequente	Grave	12
	Alteração nas características perceptíveis da água (cor, odor, turbidez) e presença de odor desagradável	Pouco frequente	Moderada	6
	Exposição do solo (solo nu) ou sem vegetação.	Pouco frequente	Moderada	6



	Ocorrência de eventos de inundações, enchentes e alagamentos.	Pouco frequente	Moderada	6
	Crescimento de vegetação imprópria ao longo do curso do rio.	Raro	Baixa	2
SOCIAIS	Presença de ocupação e construções irregulares no entorno.	Muito frequente	Muito grave	20
	Existência de área preservada e APP não respeitadas	Frequente	Moderada	9
	Vandalismo e Sabotagem e percepção de insegurança nas margens.	Pouco frequente	Grave	8
	Área próxima ou pertencente a ambientes de recreação.	Pouco frequente	Grave	8
	Ausência de manutenção das áreas verdes nas margens do rio.	Pouco frequente	Baixa	4
	Poucas iniciativas de implantação de educação ambiental.	Raro	Moderada	3
	Presença de ruídos excessivos pelos veículos automotores.	Pouco frequente	Insignificante	2
PRODUTIVOS	Alterações e/ou retificações no formato do curso d'água (Estrangulamento, Canalização, Pontes)	Frequente	Grave	12
	Presença de postos de combustíveis nas proximidades.	Pouco frequente	Grave	8
	Material artificial compondo o leito do rio (concreto, rejeitos de construção, outros).	Pouco frequente	Moderada	6
	Presença de ruídos excessivos pelos veículos automotores	Frequente	Insignificante	3
	Presença de criação de animais aves no entorno.	Raro	Baixa	2

Fonte: Autores, 2024.

O fluxograma a seguir demonstra situações urbanas frequentemente observadas no município de Dois Córregos, a partir da matriz de priorização de riscos para o Córrego Lajeado, bem como apresenta consequências e estratégias de mitigação desses riscos.

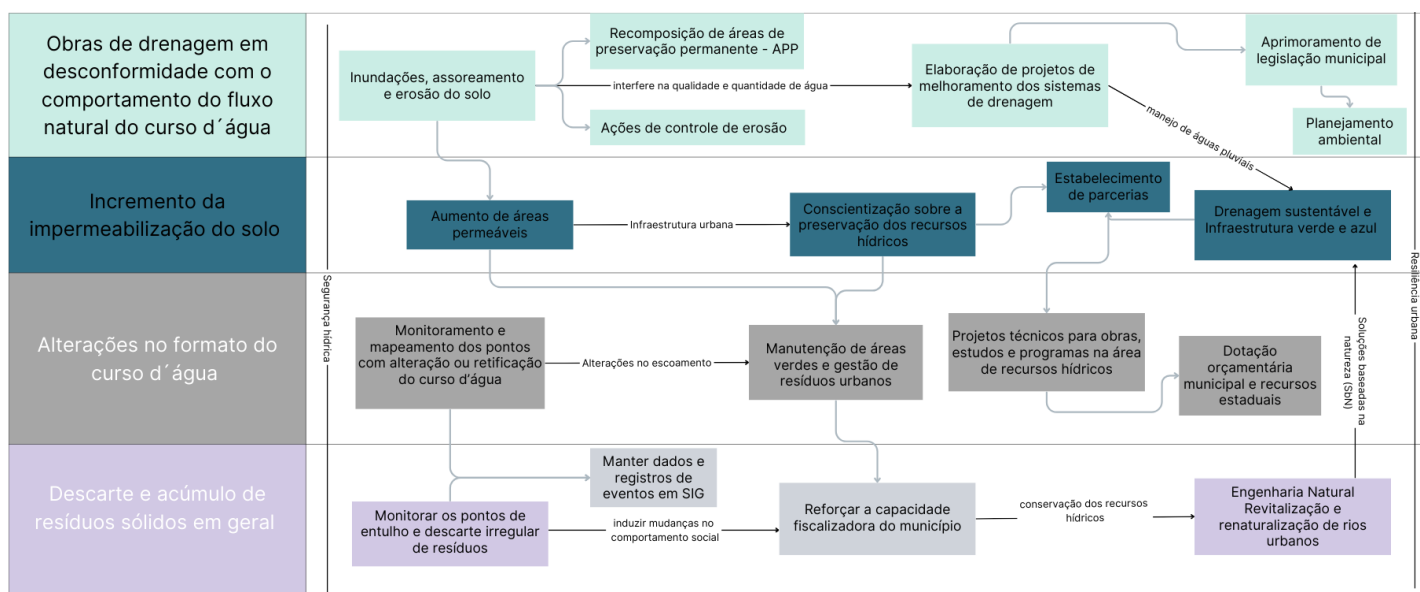


Figura 4 – Fluxograma dos eventos perigosos comuns no município de Dois Córregos

Fonte: Autores, 2024.



4.3 Ocupação urbana sustentável do Córrego Lajeado

Para mitigar os impactos ambientais dos riscos graves e muito graves no Córrego Lajeado foram propostas estratégias visando a ocupação urbana sustentável do córrego e seu entorno:

- a. **conscientização socioambiental** por meio de campanhas e programas abrangendo a educação ambiental formal, não formal e informal;
- b. **monitoramento ambiental** pela Prefeitura Municipal em consonância com a Defesa Civil Municipal visando identificar eventos perigosos para eventual tomada de decisão;
- c. **aprimoramento do sistema de drenagem e serviços de limpeza urbana** (manutenção de áreas verdes e gestão de resíduos urbanos);
- d. **fiscalização de ações** que possam causar danos ao meio ambiente além de assegurar o uso racional dos recursos naturais e coibir ações que prejudiquem o meio ambiente;
- e. **elaboração de projetos** voltados a implantação de infraestrutura aliados a conservação ambiental e voltados a infraestrutura verde, drenagem sustentável e soluções baseadas na natureza e;
- f. **captação de recursos financeiros** pela Prefeitura Municipal para financiamento de programas, estudos e obras na área de recursos hídricos, promovendo a melhoria e a proteção dos corpos d'água e da bacia hidrográfica.

5 CONCLUSÃO

O estudo demonstra que a expansão urbana em Dois Córregos alterou o Córrego Lajeado e ocasionou impactos ambientais em diversos pontos, como processos erosivos nas margens, assoreamento do leito, ausência de APP além do acúmulo de resíduos revelando a falta de planejamento urbano em que a cidade se moldou.

Os riscos mais agressivos (risco 20) foram Alterações e/ou retificações no formato do curso d'água (Estrangulamento, Canalização, galerias, Pontes), Presença de ocupação/construções irregulares no entorno, em riscos construtivos, Presença de ocupação e construções irregulares no entorno em riscos sociais e Presença de pontos específicos com processo erosivos ao longo do curso d'água em riscos naturais.

Por outro lado, outros eventos perigosos que chamam atenção são (risco 16), Incremento da Impermeabilização do solo em área de aporte da bacia hidrográfica e Descarte e acúmulo de resíduos sólidos em geral (sedimentos, rejeitos de construção, excreta de animais, outros) em risco construídos.

Frente a esses fatos, observa-se que a ação humana incorreta foi o principal elemento que impactam negativamente no objeto de estudo e, por isso, há a necessidade de ações



imediatas e preventivas, adotando uma perspectiva integradora e participativa no planejamento e intervenções no Córrego Lajeado, que envolva a sociedade civil em consonância com a gestão pública municipal.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q; CARVALHO, P, F. Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (des)caso histórico. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 34, 2010.

APAZA, G. S. Q; VENTURA, K. S; MENEZES, D, B. Análise de riscos ambientais no Rio Monjolinho, São Carlos – SP. **Scientific Journal ANAP**. Edição Especial - Anais do I Congresso Brasileiro "Mudanças Climáticas e a Resiliência Urbana, v. 2, n. 11, p. 163-179, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap/article/view/4904>. Acesso em: 07 out. 2024.

ASEFA, T.; CLAYTON, J.; ADAMS, A.; ANDERSON, D. Performance evaluation of a water resources system under varying climatic conditions: Reliability, Resilience, Vulnerability and beyond. **Journal of Hydrology**, n. 508, 2014.

BRASIL. **Norma ABNT NBR 17080:2023**. Plano de Segurança da Água – princípios e diretrizes para elaboração e implementação, 2023.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIETÊ JACARÉ. **Plano da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré Relatório II: Fundo Estadual De Recursos Hídricos (FEHIDRO)**. São Paulo: 2016. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CBH-TJ/13655/plano-de-bacia-relatorio-ii.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIETÊ JACARÉ. **Deliberação CBH-TJ 11/2023, de 08 de dezembro de 2023**. Aprova adequações na Revisão do Plano de Ação e Programa de Investimento da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré para 2024-2027. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//CBH-TJ/27202/deliberacao-cbh-tj-11-de-08-de-dezembro-de-2023-aprova-adequacoes-na-revisao-do-plano-de-acao-2024-a-2027.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.

CORTINOVIS, C.; GENELETTI, D. Mapping and assessing ecosystem services to support urban planning: A case study on brownfield regeneration in Trento, Italy. **One Ecosystem**, v.3, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e25477>. Acesso em: 16 out. 2024.

COSTA, B. M. da; SAKURAI, T. A participação comunitária em projetos de soluções baseadas na natureza na cidade de São Paulo: estudo das hortas urbanas, horta da dona Sebastiana, agrofavela-refazenda e horta popular criando esperança. **Revista Labverde**, v. 11, n. 1, 2021.

CRAMOLICHI, S. C; PROTÁSIO, J. R; VENTURA, K. S; MIYASAKA, E. L. Uso de tecnologias para gestão hídrica em ambientes urbanos e cidades inteligentes. In: IX Simpósio de Pesquisa em Sistemas de Infraestrutura Urbana, 2023, Campinas. **Anais do IX Simpósio de Pesquisa em Sistemas de Infraestrutura Urbana**. Campinas: São Paulo, 2023, p. 90–93. Disponível em: https://www.ppgeu.ufscar.br/pt-br/assets/arquivos/publicacoes/anais-sp_infra-2023.pdf. Acesso em: 07 out. 2024.

DAGNINO, R. S; JUNIOR, S. C. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro v. 2, n. 2, p. 50-87, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1026>. Acesso em: 07 out. 2024.

DELCOL, R. F. R. **Expansão urbana em Áreas de Preservação Permanente - APP: o caso de São Carlos-SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11498?show=full>. Acesso em: 07 out. 2024.



DOIS CÓRREGOS. **Lei nº 4.402, de 29 de junho de 2018**. Estabelece a obrigatoriedade de implantação de arborização das vias públicas e de áreas verdes como condição para aprovação de loteamentos e desmembramentos no município de Dois Córregos. Disponível em:
<https://www.doiscoregos.sp.gov.br/legislacao/lei-ordinaria/lei-ordinaria-44022018>. Acesso em: 07 out. 2024.

DULLIUS, A.; SILVA, M. C. Uso da ferramenta de adaptação baseada em ecossistemas para mudanças climáticas: revisão da literatura. **Guaju**, v.3, n.1, 2017.

FEAGAN, M. Lasch, K; Lissos, T; Cao, C; Wojtowicz, A. M; Khalid, J. M; Colombel, J. Redesigning knowledge systems for urban resilience. **Environmental Science & Policy**, v. 101, p. 358–363, 2019. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901119308032>. Acesso em: 07 out. 2024.

FERREIRA, K. A. **Resiliência Urbana e a Gestão de Risco de Escorregamentos: Uma avaliação da defesa civil do Município de Santos**. 2016. 135p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

FRAGA, R. G. **Soluções baseadas na Natureza: elementos para a tradução do conceito às políticas públicas brasileiras**. 2020. 177 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

FRAGA, R. G.; SAYAGO, D. A. V. Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. **Parcerias Estratégicas**, v. 25, n. 50, 2020.

GUIMARÃES, L. F; OLIVEIRA, A. K. B; VERÍSSIMO, L. F.; MERLO, M. L; VEROL, A. P. O uso de infraestruturas verde e azul na revitalização urbana e na melhoria do manejo de águas pluviais: o caso da sub-bacia do Rio Comprido. **Paisag. Ambiente: Ensaios**, n. 42., 2018. Disponível em:
<file:///C:/Users/keila/Downloads/paolasan,+o+uso+de+infraestruturas+verde+e+azul.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.

GODOY, V.N; CRUZ, R.C. Self-management of water resources - case study of river basin Santa Maria- RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38 n.2, 2016.

IBGE. Censo Demográfico 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/doi-corregos.html>. Acesso em: 17 set. 2024.

IORIS, A.A.R.; HUNTER, C.; WALKER, S. The development and application of water management sustainability indicators in Brazil and Scotland. **Journal of Environmental Management**, v. 88, 2008.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. V. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Atlas, 2003. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7237618/mod_resource/content/1/Marina%20Marconi%2C%20Eva%20Lakatos_Fundamentos%20de%20metodologia%20cient%3Adica.pdf. Acesso em: 07 out. 2024.

MORSCH, M. R. S; MASCARÓ, J. J; PANDOLFO, A. Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, 2017. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ac/a/yhZVfk87CZC6yXDRYHQp/gp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2024.

OBRACZKA, M; SILVA, D. R; CAMPOS, A. S; MURICY, B. Reuso de efluentes de tratamento secundário como alternativa de fonte de abastecimento de água no município do Rio de Janeiro. **Sistema e Gestão**, v. 14, n. 3, 2019. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/1392>. Acesso em: 07 out. 2024.

OLIVEIRA, A. G.; CORREIA, R. L. J; FILHO, R. P. S; MENEZES, J. E. X. Soluções baseadas na natureza (SbN) para cidades mais resilientes e menos desiguais: um estudo exploratório sobre o potencial das SbN em áreas urbanas vulnerabilizadas. **Revista de Desenvolvimento Econômico** – RDE, Dossiê Especial - XX Semana de Análise Regional e Urbana, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/keila/Downloads/8763-35847-1-PB.pdf>. Acesso em: 16 out. 2024.

OLIVEIRA, L. N; SILVA, C.E. qualidade da água do rio Poti e suas implicações para atividade de lazer em Teresina-PI. **Revista Equador**, n. 1, v.3, 2014.



PAULEIT, S.; ZOLCH, T.; HANSEN, R.; RANDRUP, T. B.; BOSCH, C. K. Chapter 3 - Nature-Based Solutions and Climate Change – Four Shades of Green. In: Kabish, N; KORN, H; STADLER, J; BONN, A. Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between **Science, Policy and Practice**, Springer, 2017.

PEREIRA, V. R.; RODRIGUEZ, D. A. Vulnerabilidades da segurança hídrica no Brasil frente às mudanças climáticas. **Derbyana – Revista do Instituto Geológico**, v. 43, 2022. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/derbyana/article/view/777>. Acesso em: 07 out. 2024.

RAMOS, H. M.; MCNABOLA, A.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, P. A.; PÉREZ-SÁNCHEZ, M. Smart water management towards future water sustainable networks. **Water**, v. 12, n. 1, p. 58, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/1/58>. Acesso em: 07 out. 2024.

TONY, A. C. A.; GREEN, O. O.; DECARO, D.; CHASE, A.; EWA, J. **The SocialEcological Resilience of an Eastern Urban-Suburban Watershed: The Anacostia River Basin**, 2015.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: 07 out. 2024.

VALCK, J.; ALISTAIR, B.; INGE, L.; MAARTEN, B.; PIET, S.; STEVEN, B. Valuing urban ecosystem services in sustainable brownfield redevelopment. **Ecosystem Services**, v.35, 2019. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/ecoser/v35y2019icp139-149.html>. Acesso em: 16 out. 2024.

VENTURA, K. S.; FILHO, P. V.; NASCIMENTO, S. G. Plano de segurança da água implementado na estação de tratamento de água de Guaraú, em São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n.1, p. 109-119, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/LVdQ4SjS458YVsCw5mBmYCG/?format=pdf>. Acesso em: 07 out. 2024.

WHO. **Guidelines for Drinking-water Quality**. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2011. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em: 07 out. 2024.

XIMENES, D. S. S.; MAGLIO, I.V. Soluções baseadasna natureza e adaptação climática no Brasil: estudo de cidades costeiras vulneráveis. **Revista LABVERDE**, v. 12, n. 01, 2022.

YANG, C.; NAN, J.; YU, H.; LI, J. Embedded reservoir and constructed wetland for drinking water source protection: Effects on nutrient removal and phytoplankton succession. **Journal of Environmental Sciences**, Shangai, v. 87, p. 260-271, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074219310290>. Acesso em: 07 out. 2024.