

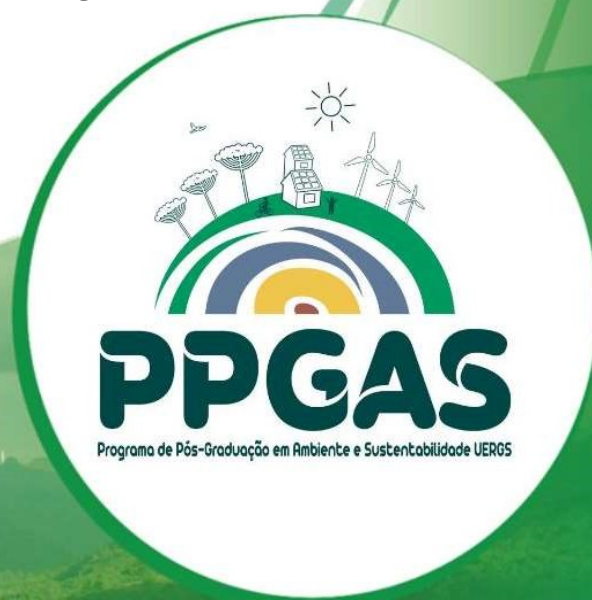
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE HORTÊNSIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE**

MATEUS DALCHIAVON GENEROSO

**INTELIGÊNCIA TERRITORIAL COMO ESTRATÉGIA PARA A CONSTRUÇÃO DE
RESILIÊNCIA ÀS INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE MONTENEGRO, RS**

SÃO FRANCISCO DE PAULA

2026



MATEUS DALCHIAVON GENEROSO

**INTELIGÊNCIA TERRITORIAL COMO ESTRATÉGIA PARA A CONSTRUÇÃO DE
RESILIÊNCIA ÀS INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE MONTENEGRO, RS**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Hortênsias, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Beroldt.

SÃO FRANCISCO DE PAULA

2026

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

G326i Generoso, Mateus Dalchiavon

Inteligência territorial como estratégia para a construção de resiliência às inundações no município de Montenegro, RS/ Mateus Dalchiavon Generoso. – São Francisco de Paula: UERGS, 2026.

178 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade, Unidade Hortênsias, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Alvim Beroldt da Silva

1. Mudanças climáticas. 2. Inundações. 3. Resiliência. 4. Dissertação. I. Silva, Leonardo Alvim Beroldt da. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade, Unidade Hortênsias. III. Título.

CDU 551.583

MATEUS DALCHIAVON GENEROSO


**INTELIGÊNCIA TERRITORIAL COMO ESTRATÉGIA PARA A CONSTRUÇÃO DE
RESILIÊNCIA ÀS INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE MONTENEGRO, RS**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Hortênsias, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Sustentabilidade.


Orientador: Prof. Dr. Leonardo Beroldt.

Aprovado em: 24/03/2026.


BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO ALVIM BEROLDT DA SILVA**
Data: 06/05/2026 12:01:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Leonardo Beroldt (orientador)
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs)

Documento assinado digitalmente
 **FABIANE WIEDERKEHR**
Data: 06/05/2026 15:44:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Profa. Dra. Fabiane Wiederkehr
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs)

Documento assinado digitalmente
 **MARCIA AZEVEDO DE LIMA**
Data: 07/05/2026 19:09:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Márcia Azevedo de Lima
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)

Documento assinado digitalmente
 **MARCIA DOS SANTOS RAMOS BERRETA**
Data: 11/05/2026 16:18:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Márcia dos Santos Ramos Berreta
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs)

Documento assinado digitalmente
 **RUALDO MENEGAT**
Data: 12/05/2026 08:05:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rualdo Menegat
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Dedico este trabalho às futuras gerações.
Herdando um planeta cada vez mais imprevisível climaticamente, serão os representantes da história da humanidade que mais terão que introjetar o conceito de resiliência climática, além de trabalhar com muita esperança, propósito e crença na família humana planetária, para que uma mudança cultural global possibilite uma transição para ideais pautados pela consciência socioambiental frente à ganância material. Isso auxiliará na minimização das consequências do desequilíbrio climático, o que, por fim, poderá amenizar os danos econômicos, sociais, psicológicos e ambientais que os desastres naturais têm causado em diversas regiões do planeta Terra.

AGRADECIMENTOS

Hoje enxergo com muita clareza todos aqueles que influenciaram minha trajetória até aqui, para os quais tenho muito a agradecer.

Primeiramente, meus pais Ana e João Batista, os quais me deram a vida, me criaram e educaram com muito amor e sabedoria, sempre incentivando e viabilizando minha trajetória nos estudos (desde a escola até a etapa de concursando).

Meus dindos Jair Francisco e Seliana, os quais patrocinaram meu cursinho pré-vestibular em 2010 durante o 3º ano do ensino médio, e sem o qual muito provavelmente eu não teria ingressado no curso de Geologia da UFRGS, me tornado servidor público e elaborado este projeto tão importante para Montenegro.

Os colegas do curso de Geologia, Ricardo Anoni e Yolanda Caliman, grandes amigadas inspiradoras.

Os colegas de prefeitura, com os quais sigo aprendendo sobre a diversidade da área ambiental: Biólogas Juliana Martins, Raquel Luize de Carvalho e Thaís Berger Moreira, Biólogos Guilherme Krahl de Vargas e Maurício Hoffmann e Engenheiros Ambientais Gabriel Feitosa Leite e Fernanda Kirst.

Ao atual Secretário de Meio Ambiente, Ronei dos Santos Cavalheiro, o qual apoia minhas ideias de projetos nas áreas de educação ambiental/resiliência socioambiental.

Ao Biólogo Rafael Altenhofen que, enquanto Presidente do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Caí, auxiliou-me em diversas dúvidas e questionamentos a respeito da bacia hidrográfica e das inundações.

Ao Geólogo Sérgio Cardoso, colega e parceiro que possibilitou um passeio no barco-escola do Projeto Rio Limpo da APN-VG no Rio Gravataí. Também idealizador deste projeto, o qual serviu de inspiração para o barco-escola do LABiCAÍ.

Ao ex Secretário Municipal de Desenvolvimento Rural, Ernesto Kasper, que se disponibilizou a realizar imagens de drone, as quais foram cruciais para ilustrar os trajetos do barco-escola do LABiCAÍ.

Ao Jornal Ibiá, pela oportunidade de conceder entrevistas sobre o tema das inundações e resiliência socioambiental.

Aos colegas e professores da turma de 2023 do PPGAS, com os quais aprendi muito.

Aos meus professores da Geologia da UFRGS, Karin Goldberg e Rualdo

Menegat, os quais considero minhas maiores fontes de inspiração na profissão.

Ao meu orientador Leonardo Beroldt, o qual aceitou meu pedido surpresa de orientação pelo instagram dois dias antes do prazo final para inscrição no processo seletivo do PPGAS (hehehe). Grato por todas nossas reuniões e conversas, presenciais ou virtuais, as quais foram cruciais para que esse projeto fosse idealizado. Foi a sua visão, de um excelente orientador e, não à toa, duas vezes Reitor da Uergs, que resultou na substituição do projeto inicial (analisar os ODS no Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, o qual por quase um ano eu não consegui desenvolver e inclusive cogitei desistir; gravei um áudio no whatsapp durante um momento de crise ansiosa, o qual deixei salvo só para mim e não o enviei, falando que queria abandonar o mestrado – o que eu já havia feito no PPGEU da UFRGS em 2016, e que hoje entendo o porquê: não havia propósito nem sentido no projeto à época) para o tema da resiliência às inundações, tão necessário às atuais e futuras gerações montenegrinas, e que agora se manifesta através do LABiCAÍ. Em nome da sociedade montenegrina, muito obrigado.

Aos meus grandes amigos, o fotógrafo e jornalista Lucas Zandonai, a quem apresentei o layout da capa dos produtos e que gentilmente contribuiu com sugestões para aprimorá-las, e o professor e filósofo Lucas Casagrande, cujas conversas ampliam minha visão holística da educação e da vida.

Ao Brasil, investidor na minha educação pública desde o jardim de infância até o mestrado profissional, e que agora posso retribuir, como servidor público, através de projetos e políticas socioambientais locais.

Ao conhecimento e à cultura dos povos originários, que nos permitem ter uma visão sistêmica, integrada e harmônica do ambiente natural brasileiro.

À serendipidade (ou acaso), que através do esporte, treinando como goleiro (meu sonho profissional aos 15 anos) na escolhinha do Internacional no meu bairro - Jardim Itú Sabará – descobri a Geologia (meu colega de gol em um treino comentou que faria vestibular para geologia no ano seguinte; hoje, Geólogo Guilherme Gomes).

À Mia, Sirius e Pitchulinha, meus fiéis companheiros durante o mestrado.

Às crianças montenegrinas, que despertaram em mim a vontade de compartilhar meus conhecimentos e seguir aprendendo.

Ao Universo, ao Sol e à Terra, que tudo nos provêm.

E à vida, que me mostrou que propósito e territorialidade são essenciais e fazem muita diferença na nossa trajetória.

“Uma primeira etapa de educação ambiental consiste em explorar e redescobrir o lugar em que se vive, ou seja, o "aqui e agora" das realidades cotidianas, com um olhar renovado, ao mesmo tempo apreciativo e crítico, trata-se também de redefinir-se a si mesmo e de definir o próprio grupo social com respeito às relações que se mantêm com o lugar em que se vive. Podem surgir projetos de aprimoramento, de modo a favorecer a interação social, o conforto, a segurança, a saúde, ou ainda o aspecto estético dos lugares. Mediante essa exploração do meio e a concretização de tais projetos, a educação ambiental visa a desenvolver um sentimento de pertencer e a favorecer o enraizamento.”

(Sauvé, 2005a)

“A crise ambiental problematiza o pensamento metafísico e a racionalidade científica, abrindo novas vias de transformação do conhecimento, através do diálogo e da hibridização de saberes.”

(Leff, 2010)

“Educação ambiental é uma coisa mais séria do que geralmente tem sido apresentada, em nosso meio. É um apelo à seriedade do conhecimento. E, uma busca de propostas corretas de aplicação das ciências. Uma “coisa” que se identifica com um processo. Um processo que envolve um vigoroso esforço de recuperação de realidades nada simples. Uma ação, entre missionária e utópica, destinada a reformular comportamentos humanos e recriar valores perdidos e ou jamais alcançados. Um esforço permanente na reflexão sobre o destino do homem – de todos os homens – face à harmonia das condições naturais e o futuro do planeta “vivente”, por excelência. Um processo de Educação que garante um compromisso com o futuro. Envolvendo uma nova filosofia de vida. E, um novo ideário comportamental, tanto em âmbito individual, quanto na escala coletiva.”

(Ab’Saber, [s.d.] *apud* Brasil, 2007)

“Estamos vivendo a era urbana. O fenômeno urbano, do ponto de vista da história humana, está apenas começando. A população urbana mundial vai dobrar nos próximos anos. Temos que pensar nos nossos filhos e netos, como a nossa geração é capaz de alegar instrumentos para que as próximas gerações possam enfrentar os problemas da urbanização.”

(Menegat, [s.d.]

“Os centros de inteligência e informação do ambiente urbano podem, ainda, fazer parte da rede de construção de conhecimentos locais e contribuir com os processos que se realizam nas demais esferas, de sorte que a informação e a educação possam ter a relevância social que se imagina que tenham. Tal relevância pode ser diminuída ou retirada quando se limita o processo educacional e informativo ao ato de pura repetição de saberes e não de descoberta e construção da identidade territorial por parte de cada indivíduo e das instituições.”

(Menegat e Almeida, 2004)

“What I’ve Done”, música e clipe que refletem sobre as consequências das ações humanas no planeta Terra.

(Linkin Park, 2007)

RESUMO

As mudanças climáticas globais têm intensificado a ocorrência de eventos hidrológicos extremos em diversas regiões do planeta, tornando as inundações um dos desastres naturais mais recorrentes e impactantes do século XXI. No Rio Grande do Sul, registros hidrológicos e dados fluviométricos indicam uma tendência de aumento na frequência e intensidade das inundações a partir dos anos 2000, fenômeno que dialoga com o aumento da temperatura média global e com as projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as quais apontam a ampliação dos eventos extremos na região para as próximas décadas. No município de Montenegro, esse processo se manifesta de forma evidente, uma vez que a cidade possui longa história de convivência com as inundações. Os eventos extremos ocorridos entre 2023 e 2024, que representam a maior sequência de desastres hidrológicos da história do município, expuseram de forma dramática a população montenegrina, evidenciando a urgente necessidade de estratégias voltadas à gestão de riscos e à construção de resiliência climática. Nesse contexto, este estudo discute o papel da inteligência territorial como instrumento estratégico na construção de uma cultura de prevenção e adaptação às mudanças climáticas. Partindo da compreensão de que, embora exista uma ampla disponibilidade de informações científicas e ferramentas de monitoramento e alerta de desastres, ainda persistem lacunas significativas na difusão social desse conhecimento, tornando essencial a ampliação da consciência coletiva voltada à gestão preventiva de desastres. A pesquisa parte do pressuposto de que o período posterior às grandes inundações representa uma rara janela de oportunidades para a implantação de ações estruturantes de educação socioambiental para resiliência climática, antes que o fenômeno da amnésia ambiental geracional — caracterizado pelo esquecimento progressivo dos desastres ao longo do tempo — resulte na redução das prioridades políticas e sociais atribuídas ao tema. Esta pesquisa, de natureza aplicada e caráter diagnóstico-propositivo com validação exploratória, propõe o Laboratório de Inteligência Territorial do Rio Caí (LABiCAÍ), uma tecnologia social fundamentada em uma epistemologia territorial que articula resiliência socioambiental e educação baseada no lugar, a qual possibilita que o território seja a base da produção do conhecimento e da ação educativa voltada ao fortalecimento da resiliência às inundações. O LABiCAÍ estrutura-se como um modelo educativo baseado no

conhecimento do lugar, atuando diretamente nas escolas e visando difundir conhecimentos sobre dinâmica fluvial, bacia hidrográfica, vulnerabilidade territorial e estratégias de prevenção aos desastres naturais para toda a sociedade. Ao promover a compreensão do território e dos processos naturais vinculados às inundações por meio da integração entre educação ambiental, gestão territorial e cultura de prevenção, iniciativas como o LABiCAÍ têm potencial para o desenvolvimento de uma inteligência social do lugar, uma inteligência territorial capaz de fortalecer a capacidade adaptativa da população, estimular a participação social na gestão de riscos e contribuir para a construção de uma nova identidade socioambiental e cultural a Montenegro, direcionada pela resiliência climática e pela busca de soluções de longo prazo para a convivência com a dinâmica fluvial do Rio Caí, contribuindo para a construção de uma sociedade mais resiliente às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Inundações; Resiliência; Inteligência territorial; Gestão de riscos e desastres hidrológicos.

ABSTRACT

Global climate change has intensified the occurrence of extreme hydrological events in several regions of the planet, making floods one of the most recurrent and impactful natural disasters of the 21st century. In Rio Grande do Sul, hydrological records and river flow data indicate a trend of increasing frequency and intensity of floods since the 2000s, a phenomenon that is linked to the increase in average global temperature and the projections of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), which point to the expansion of extreme events in the region in the coming decades. In the municipality of Montenegro, this process is clearly evident, since the city has a long history of living with floods. The extreme events that occurred between 2023 and 2024, representing the largest sequence of hydrological disasters in the municipality's history, dramatically exposed the population of Montenegro, highlighting the urgent need for strategies focused on risk management and building climate resilience. In this context, this study discusses the role of territorial intelligence as a strategic instrument in building a culture of prevention and adaptation to climate change. Starting from the understanding that, although there is a wide availability of scientific information and disaster monitoring and warning tools, significant gaps still persist in the social dissemination of this knowledge, making it essential to broaden collective awareness focused on preventive disaster management. The research assumes that the period following major floods represents a rare window of opportunity for implementing structuring actions in socio-environmental education for climate resilience, before the phenomenon of generational environmental amnesia — characterized by the progressive forgetting of disasters over time — results in a reduction of the political and social priorities attributed to the topic. This research, of an applied nature and diagnostic-propositive character with exploratory validation, proposes the Caí River Territorial Intelligence Laboratory (LABiCAÍ), a social technology based on a territorial epistemology that articulates socio-environmental resilience and place-based education, allowing the territory to be the basis for the production of knowledge and educational action aimed at strengthening resilience to floods. LABiCAÍ is structured as an educational model based on knowledge of the place, operating directly in schools and aiming to disseminate knowledge about river dynamics, watersheds, territorial vulnerability, and strategies for preventing natural disasters to the entire society. By promoting an understanding of the territory and natural processes linked to floods

through the integration of environmental education, territorial management, and a culture of prevention, initiatives such as LABiCAÍ have the potential to develop a social intelligence of the place, a territorial intelligence capable of strengthening the adaptive capacity of the population, stimulating social participation in risk management, and contributing to the construction of a new socio-environmental and cultural identity for Montenegro, guided by climate resilience and the search for long-term solutions for living with the fluvial dynamics of the Caí River, contributing to the construction of a society more resilient to climate change.

Keywords: Climate change; Floods; Resilience; Territorial intelligence; Risk and hydrological disaster management.

RESUMEN

El cambio climático global ha intensificado la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos en diversas regiones del planeta, convirtiendo las inundaciones en uno de los desastres naturales más recurrentes e impactantes del siglo XXI. En Rio Grande do Sul, los registros hidrológicos y los datos de caudal de los ríos indican una tendencia al aumento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones desde la década de 2000, fenómeno vinculado al aumento de la temperatura media global y las proyecciones del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), que señalan la expansión de eventos extremos en la región en las próximas décadas. En el municipio de Montenegro, este proceso es claramente evidente, ya que la ciudad tiene una larga historia de convivencia con inundaciones. Los eventos extremos ocurridos entre 2023 y 2024, que representan la mayor secuencia de desastres hidrológicos en la historia del municipio, expusieron dramáticamente a la población de Montenegro, resaltando la urgente necesidad de estrategias centradas en la gestión de riesgos y el fortalecimiento de la resiliencia climática. En este contexto, este estudio analiza el papel de la inteligencia territorial como instrumento estratégico para construir una cultura de prevención y adaptación al cambio climático. Partiendo de la premisa de que, si bien existe una amplia disponibilidad de información científica y herramientas de monitoreo y alerta de desastres, persisten importantes brechas en la difusión social de este conocimiento, lo que hace esencial ampliar la conciencia colectiva enfocada en la gestión preventiva de desastres. Esta investigación se basa en la premisa de que el período posterior a grandes inundaciones representa una oportunidad única para implementar acciones estructurantes en educación socioambiental para la resiliencia climática, antes de que el fenómeno de la amnesia ambiental generacional — caracterizada por el olvido progresivo de los desastres a lo largo del tiempo — reduzca las prioridades políticas y sociales atribuidas al tema. Esta investigación, de carácter aplicado y diagnóstico-propositivo con validación exploratoria, propone el Laboratorio de Inteligencia Territorial del Río Caí (LABiCAÍ), una tecnología social basada en una epistemología territorial que articula la resiliencia socioambiental y la educación basada en el lugar, permitiendo que el territorio sea la base para la producción de conocimiento y acción educativa orientada a fortalecer la resiliencia ante inundaciones. El LABiCAÍ se estructura como un modelo educativo basado en el conocimiento del lugar, trabajando directamente en las escuelas y

buscando difundir a toda la sociedad conocimientos sobre la dinámica fluvial, las cuencas hidrográficas, la vulnerabilidad territorial y las estrategias para la prevención de desastres naturales. Al promover la comprensión del territorio y los procesos naturales vinculados a las inundaciones mediante la integración de la educación ambiental, la gestión territorial y una cultura de prevención, iniciativas como el LABiCAÍ tienen el potencial de desarrollar una inteligencia social del lugar, una inteligencia territorial capaz de fortalecer la capacidad de adaptación de la población, estimular la participación social en la gestión de riesgos y contribuir a la construcción de una nueva identidad socioambiental y cultural para Montenegro, guiada por la resiliencia climática y la búsqueda de soluciones a largo plazo para convivir con la dinámica del río Caí, contribuyendo así a la construcción de una sociedad más resiliente al cambio climático.

Palabras clave: Cambio climático; Inundaciones; Resiliencia; Inteligencia territorial; Gestión de riesgos y desastres hidrológicos.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Marcos históricos do conceito de sustentabilidade | 31 |
| Figura 2 - Linha do tempo das políticas internacionais para redução dos riscos de desastres naturais..... | 37 |
| Figura 3 - Variações na temperatura média global nos últimos 2 mil e 170 anos | 49 |
| Figura 4 - Projeções de mudanças na média anual de precipitação | 50 |
| Figura 5 - Variação na intensidade das maiores precipitações de um dia | 51 |
| Figura 6 - Projeções das alterações nas frequências das inundações fluviais..... | 52 |
| Figura 7 - Definição dos conceitos de educação socioambiental e EBL | 67 |
| Figura 8 - Escola Ambiental Águas do Capibaribe, uma sala de aula flutuante utilizada em ações de EA pela Secretaria Municipal de Educação de Recife, PE.. | 81 |
| Figura 9 - Imagem de satélite indicando os locais para as dinâmicas extraclasse..... | 88 |
| Figura 10 - Síntese metodológica da pesquisa..... | 89 |
| Figura 11 - Hierarquização das alternativas para minimização das inundações..... | 94 |
| Figura 12 - Perfis trasversais do Rio Caí em (a) 2019 e (b) 2025 | 96 |
| Figura 13 - Reportagem da TV Mon HD no facebook | 99 |
| Figura 14 - Comentários de alguns leitores na publicação da reportagem..... | 100 |
| Figura 15 - Mapa de localização e trajeto do barco-escola do Projeto Rio Limpo..... | 104 |
| Figura 16 - Barco-escola do Projeto Rio Limpo navegando no Rio Gravataí..... | 105 |
| Figura 17 - (a) Participantes do XIV Fórum Gaúcho de Arborização, (b) alunos do Instituto Federal do Rio Grande do Sul e (c, d, e) alunos da rede básica.. | 106 |
| Figura 18 - (a, b) Eventos culturais do projeto Canções para um Rio Vivo e (c, d) divulgação do projeto Rio Limpo na RBS-TV em 2016 e 2023..... | 106 |
| Figura 19 - (a) Rio Gravataí, (b) ambientes alagados associados e (c, d) participantes contemplando a paisagem durante a visita guiada..... | 108 |
| Figura 20 - Barco-escola do Instituto Martim Pescador no Rio dos Sinos..... | 111 |
| Figura 21 - Público no terraço do barco-escola Martim Pescador..... | 112 |
| Figura 22 - Dinâmicas e instrumentos a bordo do Martim Pescador..... | 112 |
| Figura 23 - Mapa das bacias hidrográficas gaúchas, destacando a BHRC..... | 115 |
| Figura 24 - Mapa indicando os limites dos trechos alto, médio e baixo do Rio Caí.. | 116 |
| Figura 25 - Imagem de satélite ilustrando o trecho alto do Rio Caí..... | 117 |
| Figura 26 - Imagem de satélite ilustrando o trecho médio do Rio Caí..... | 117 |
| Figura 27 - Imagem de satélite ilustrando o trecho baixo do Rio Caí..... | 118 |

| | |
|--|-----|
| Figura 28 - Mapa em 3D da BHRC..... | 119 |
| Figura 29 - Mapa de elevação da BHRC..... | 120 |
| Figura 30 - Mapa hidrográfico da BHRC..... | 121 |
| Figura 31 - a) Mapa geológico da BHRC. b) Recorte do mapa geológico da BHRC destacando o trecho médio do Rio Caí (elipse amarela)..... | 122 |
| Figura 32 - Mapa da BHRC, destacando o território de Montenegro e a área de inundação do maior evento já registrado no Rio Caí..... | 123 |
| Figura 33 - Mapa de inundação na zona urbana de Montenegro..... | 124 |
| Figura 34 - Montenegro na maior inundação já registrada em sua história..... | 125 |
| Figura 35 - Ilustração do efeito de remanso causado pelo nível do Delta do Jacuí nas porções baixas do Rio Caí..... | 126 |
| Figura 36 - Mapa Geomorfológico do RS, destacando a região de Montenegro..... | 127 |
| Figura 37 - Mapa Geológico do RS, destacando o território de Montenegro..... | 128 |
| Figura 38 - Mapa das bacias hidrográficas brasileiras monitoradas pelo SGB..... | 131 |
| Figura 39 - Projeções das alterações nas frequências das inundações fluviais, com destaque para o estado do RS..... | 132 |
| Figura 40 - Frequência e intensidade das inundações do Rio Caí em Montenegro.. | 133 |
| Figura 41 - Comparação dos eventos de inundação antes e após o ano 2000..... | 134 |
| Figura 42 - Perfil longitudinal da rede de drenagem pluvial na zona urbana central de Montenegro. a) Saída livre. b) Inversão do fluxo e extravasamento..... | 136 |
| Figura 43 - Manchas de inundação referentes ao (a) TR < 2 anos, (b) TR 5 anos, (c) TR 10 anos, (d) TR 100 anos..... | 137 |
| Figura 44 - Linha do tempo da história recente de Montenegro..... | 139 |
| Figura 45 - Síntese da base teórica que orienta o projeto LABiCAÍ..... | 141 |
| Figura 46 - Modelo teórico-metodológico do LABiCAÍ..... | 142 |
| Figura 47 - Ilustração do processo de aplicação do LABiCAÍ..... | 143 |
| Figura 48 - Transição da escala global à local..... | 146 |
| Figura 49 - O LABiCAÍ como um dos pilares da gestão de riscos..... | 147 |
| Figura 50 - Página da SMMA de Montenegro na rede social Instagram..... | 150 |
| Figura 51 - Sequência de imagens educativas na página do Instagram da SMMA | 151 |
| Figura 52 - Comparação entre as orlas do Lago Guaíba (sup.) e do Rio Caí (inf.)... | 153 |
| Figura 53 - Modelo do barco-escola proposto para o LABiCAÍ..... | 155 |
| Figura 54 - Modelo conceitual do LABiCAÍ..... | 162 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 - Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030..... | 30 |
| Quadro 2 - Tipos de resiliência e suas características..... | 39 |
| Quadro 3 - Transição de uma abordagem tradicional para uma mais resiliente..... | 41 |
| Quadro 4 - Objetivos da EA estabelecidos na Carta de Belgrado..... | 55 |
| Quadro 5 - Princípios da EA estabelecidos na Carta de Belgrado..... | 55 |
| Quadro 6 - Correntes teórico-práticas da EA segundo Sauvé (2005b)..... | 57 |
| Quadro 7 - Conclusões dos materiais enviados ao Jornal Ibiá..... | 97 |
| Quadro 8 - Diagnóstico da EA em Montenegro..... | 102 |
| Quadro 9 - Perspectivas de uso das redes sociais no projeto LABiCAÍ..... | 149 |
| Quadro 10 - Síntese analítica do LABiCAÍ à luz da EA e da resiliência às inundações..... | 157 |
| Quadro 11 - Matriz SWOT/FOFA aplicada ao projeto LABiCAÍ..... | 158 |
| Quadro 12 - Enquadramento do LABiCAÍ segundo as correntes teórico-práticas da EA de Sauvé..... | 161 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| APN-VG | Associação de Preservação da Natureza Vale do Gravataí |
| APPs | Áreas de Preservação Permanente |
| BHRC | Bacia Hidrográfica do Rio Caí |
| CMEA | Centro Municipal de Educação Ambiental |
| EA | Educação ambiental |
| EBL | Educação baseada no lugar |
| EEEF | Escola Estadual de Ensino Fundamental |
| EEEM | Escola Estadual de Ensino Médio |
| inf. | inferior |
| IPCC | Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>) |
| LABiCAÍ | Laboratório de Inteligência Territorial do Rio Caí |
| LIAU | Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano |
| LDB | Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional |
| NUPDEC | Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil |
| ODS | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| POA | Porto Alegre |
| por ex. | por exemplo |
| PE | Pernambuco |
| PNEA | Política Nacional de Educação Ambiental |
| PNPDEC | Política Nacional de Proteção e Defesa Civil |
| PNUMA | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| PTT | Produtos Técnico-Tecnológicos |
| RMPA | Região Metropolitana de Porto Alegre |
| RMEPA | Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre |
| RS | Rio Grande do Sul |
| SACE-CAÍ | Sistema de Alerta e Controle de Enchentes na Bacia do Rio Caí |
| SGB | Serviço Geológico Brasileiro |
| SMED | Secretaria Municipal de Educação |
| SMMA | Secretaria Municipal de Meio Ambiente |
| sup. | superior |
| Uergs | Universidade Estadual do Rio Grande do Sul |
| UFRGS | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| Unisinos | Universidade do Vale do Rio dos Sinos |
| UNISDR | Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (<i>United Nations International Strategy for Disaster Reduction</i>) |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 21 |
| 1.1 | CONTEXTUALIZAÇÃO..... | 21 |
| 1.2 | PROBLEMA DE PESQUISA..... | 22 |
| 1.3 | JUSTIFICATIVA DA PESQUISA..... | 23 |
| 1.4 | HIPÓTESE..... | 25 |
| 1.5 | MOTIVAÇÃO PROFISSIONAL..... | 25 |
| 2 | OBJETIVOS | 27 |
| 2.1 | OBJETIVO GERAL..... | 27 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 27 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 28 |
| 3.1 | SUSTENTABILIDADE E GOVERNANÇA AMBIENTAL GLOBAL..... | 28 |
| 3.1.1 | Origens do conceito de sustentabilidade | 28 |
| 3.1.2 | Políticas internacionais para redução dos riscos de desastres naturais | 32 |
| 3.1.3 | Resiliência aplicada às inundações | 38 |
| 3.1.3.1 | <i>Os conceitos de resistência e resiliência</i> | 38 |
| 3.1.3.2 | <i>Aspectos temporais na prevenção às inundações</i> | 40 |
| 3.1.3.3 | <i>Resiliência urbana às inundações</i> | 41 |
| 3.1.3.4 | <i>A gestão do risco de inundações no ambiente urbano</i> | 43 |
| 3.1.3.5 | <i>O aspecto social na construção da resiliência</i> | 45 |
| 3.1.3.6 | <i>Abordagem multinível</i> | 46 |
| 3.1.3.7 | <i>Educação ambiental para a construção de resiliência</i> | 47 |
| 3.1.4 | Projeções do IPCC e implicações para eventos hidrológicos extremos | 48 |
| 3.2 | EDUCAÇÃO AMBIENTAL..... | 53 |
| 3.2.1 | Origens do conceito de educação ambiental | 54 |
| 3.2.2 | Correntes da educação ambiental | 57 |
| 3.2.3 | A educação ambiental como política pública | 60 |
| 3.2.4 | Legislação brasileira relacionada à educação ambiental | 60 |
| 3.2.5 | Educação baseada no lugar | 67 |
| 3.2.5.1 | <i>Construtivismo e comunidade de aprendizagem</i> | 69 |
| 3.2.5.2 | <i>Formação docente para a educação baseada no lugar</i> | 70 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 3.2.5.3 | <i>A alienação ambiental e o empobrecimento da experiência humana.....</i> | 71 |
| 3.2.5.4 | <i>O despertar da consciência jovem pela educação baseada no lugar.....</i> | 72 |
| 3.2.5.5 | <i>Educação baseada no lugar: um compromisso inadiável.....</i> | 73 |
| 3.2.6 | Experiências aplicadas em educação baseada no lugar..... | 74 |
| 3.2.6.1 | <i>Educação ambiental nos ambientes extramuros.....</i> | 74 |
| 3.2.6.2 | <i>O Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano (LIAU).....</i> | 76 |
| 3.2.6.2.1 | <i>Como é formado o LIAU.....</i> | 77 |
| 3.2.6.2.2 | <i>Resultados da implantação do LIAU na RMEPOA.....</i> | 78 |
| 3.2.6.3 | <i>Barco-escola: ferramenta de educação ambiental fluvial.....</i> | 79 |
| 3.2.7 | Uso pedagógico das redes sociais..... | 82 |
| 4 | DESENHO METODOLÓGICO..... | 84 |
| 4.1 | TIPO DE PESQUISA..... | 84 |
| 4.1.1 | Quanto à abordagem..... | 84 |
| 4.1.2 | Quanto à natureza..... | 84 |
| 4.1.3 | Quanto aos objetivos..... | 84 |
| 4.1.4 | Quanto aos procedimentos..... | 84 |
| 4.1.4.1 | <i>Pesquisa bibliográfica e documental.....</i> | 85 |
| 4.1.4.2 | <i>Diagnóstico local da educação ambiental.....</i> | 85 |
| 4.1.4.3 | <i>Estudo de caso do barco-escola do Rio Gravataí.....</i> | 86 |
| 4.1.4.4 | <i>Diagnóstico e reconhecimento territorial.....</i> | 87 |
| 4.1.5 | Quanto aos instrumentos..... | 89 |
| 4.1.6 | Síntese metodológica..... | 89 |
| 4.1.7 | Produtos Técnico-Tecnológicos..... | 90 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 91 |
| 5.1 | ANÁLISE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DO TEMA DAS INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE MONTENEGRO..... | 91 |
| 5.1.1 | Caracterização histórica das práticas de educação ambiental..... | 91 |
| 5.1.2 | Ausência de abordagem estruturada sobre as inundações..... | 92 |
| 5.1.3 | Divulgação de materiais e entrevistas sobre as inundações do Rio Cai em Montenegro..... | 92 |
| 5.1.4 | Repercussão social..... | 98 |
| 5.1.5 | Síntese analítica e implicações para o LABiCAÍ..... | 101 |
| 5.2 | AVALIAÇÃO DO PASSEIO NO BARCO-ESCOLA DO PROJETO RIO-LIMPO, NO RIO GRAVATAÍ..... | 103 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 5.2.1 | Atividades realizadas pelo Projeto Rio Limpo com o barco-escola. | 105 |
| 5.2.2 | Saída de campo a bordo do barco-escola | 107 |
| 5.3 | AVALIAÇÃO DO BARCO-ESCOLA MARTIM PESCADOR COMO REFERÊNCIA COMPLEMENTAR | 110 |
| 5.4 | DIAGNÓSTICO TERRITORIAL | 114 |
| 5.4.1 | A Bacia Hidrográfica do Rio Caí | 114 |
| 5.4.2 | Geologia, hidrologia e dinâmica fluvial da BHRC | 121 |
| 5.4.3 | Fisiografia do município de Montenegro | 127 |
| 5.4.4 | O Rio Caí e os primeiros habitantes de Montenegro | 129 |
| 5.4.5 | Diagnóstico das inundações em Montenegro | 131 |
| 5.4.6 | A planície aluvial do Rio Caí: formação territorial e a dinâmica de inundações | 138 |
| 5.4.7 | O território como fundamento epistemológico para a construção de resiliência às inundações | 140 |
| 5.4.7.1 | <i>Síntese teórico-metodológica do LABiCAÍ</i> | 140 |
| 6 | PRODUTOS TÉCNICO-TECNOLÓGICOS | 144 |
| 6.1 | O PROJETO LABiCAÍ | 144 |
| 6.1.1 | Justificativa do LABiCAÍ na gestão de riscos | 145 |
| 6.1.2 | O LABiCAÍ como instrumento na gestão de riscos e desastres hidrológicos | 147 |
| 6.1.3 | O Projeto de Implantação e o Referencial Metodológico do LABiCAÍ | 148 |
| 6.1.4 | Uso pedagógico das redes sociais | 149 |
| 6.2 | O BARCO-ESCOLA DO RIO CAÍ: UMA SALA DE AULA FLUTUANTE | 152 |
| 6.2.1 | Justificativa para implantação do barco-escola | 152 |
| 6.2.2 | Função educacional e institucional | 155 |
| 6.2.3 | Síntese do papel do barco-escola no LABiCAÍ | 156 |
| 6.3 | ANÁLISE DO PROJETO LABiCAÍ ATRAVÉS DA MATRIZ FOFA | 157 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 161 |
| 7.1 | PERSPECTIVAS FUTURAS | 163 |
| 7.2 | REPLICABILIDADE DO MODELO METODOLÓGICO DO LABiCAÍ EM OUTRAS CIDADES INUNDÁVEIS | 166 |
| | REFERÊNCIAS | 167 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O atual cenário de incontestáveis mudanças climáticas e desastres naturais cada vez mais frequentes, amplamente evidenciado nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2019, 2020, 2021, 2022a, 2022b, 2023), torna imprescindível a busca por estratégias que promovam a transição do modelo de desenvolvimento econômico consolidado nas últimas décadas para um paradigma de desenvolvimento sustentável global.

Nesse contexto, Menegat e Almeida (2004) apontam que o desenvolvimento urbano municipal ainda é baseado em concepções dos séculos XIX e início do XX, nas quais a cidade busca delimitar um espaço para a vida humana, desconsiderando o ecossistema circundante. Tal lógica resulta na segregação entre os sistemas naturais e urbanos, contribuindo para a deterioração da qualidade de vida humana. “Se no século XIX colocava-se a questão do entendimento do lugar do homem na natureza, hoje, precisa-se compreender o lugar da cidade na natureza e o lugar do homem na cidade” (Menegat; Almeida, 2004, p. 186). Nesse sentido, para que se alcancem os preceitos da sustentabilidade no sistema urbano-social-ambiental, é necessário compreender as cidades como o hábitat da vida humana, concebendo seu planejamento e desenvolvimento em permanente interação com os sistemas naturais.

Para Sauvé (2005a), a origem dos atuais problemas socioambientais decorre do distanciamento entre o homem e a natureza, sendo necessário reconstruir o sentimento de pertencer   natureza para reencontrarmos parte de nossa própria identidade humana e de nossa identidade de ser vivo entre os demais seres vivos.

Essa reconstru o do sentimento de pertencimento ao ambiente pode se dar utilizando-se estratégias de educa o ambiental (EA) através de um processo educativo crítico que articule conhecimento, valores e a o para a transforma o das rela es sociedade-natureza, visando a constru o de sociedades sustentáveis.

No leque de abordagens de EA que trabalham a constru o de ferramentas para adapta o às mudanças climáticas no contexto local, Gruenewald e Smith (2008) propõem a educa o baseada no lugar (EBL), abordagem pedagógica que utiliza o território como referência central para a constru o do conhecimento, promovendo aprendizagens contextualizadas e o engajamento com a realidade local.

Com base no conhecimento do lugar, torna-se possível desenvolver a inteligência territorial, entendida como a capacidade coletiva de um território produzir, articular e aplicar conhecimentos — científicos e locais — para orientar processos de planejamento, gestão e tomada de decisão alinhados ao desenvolvimento sustentável e à construção de resiliência climática.

Portanto, a partir de estratégias de EA crítica viabiliza-se a formação de sujeitos capazes de interpretar e intervir em sua realidade socioambiental. Nessa perspectiva, a EBL não apenas contextualiza a aprendizagem, mas sustenta uma perspectiva epistemológica, em que o território deixa de ser compreendido como objeto de análise e passa a constituir fundamento da produção do conhecimento. Com isso, possibilita-se que o conhecimento do lugar converta-se na leitura crítica do espaço vivido, potencializando a construção de capacidades coletivas de percepção e ação sobre o espaço vivido, promovendo ganhos socioculturais e fortalecendo, de forma contínua, a resiliência frente aos desafios impostos pelas mudanças ambientais.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O município de Montenegro convive historicamente com as inundações do Rio Caí, as quais produzem impactos sociais e econômicos recorrentes e significativos. Embora esses eventos apresentem elevado grau de previsibilidade — especialmente a partir da implementação, em 2015, do Sistema de Alerta e Controle de Enchentes na Bacia do Rio Caí (SACE-CAÍ), operado pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB)¹ —, as respostas institucionais têm se concentrado predominantemente em ações emergenciais e na recuperação de danos.

Esse cenário evidencia fragilidades estruturais na gestão municipal de riscos, especialmente no que se refere à ausência de estratégias preventivas, contínuas e de longo prazo. Observa-se a predominância de uma lógica reativa, na qual o enfrentamento das inundações ocorre principalmente após a materialização dos eventos, com raros investimentos em abordagens voltadas à preparação da sociedade.

Apesar da recente intensificação de investimentos públicos em diferentes

¹ O primeiro Boletim emitido pelo SACE-CAI, em 17/09/2015, indicando a previsão do nível do Rio Caí para as próximas 10 horas, pode ser consultado no link https://www.sgb.gov.br/sace/boletins/Cai/20150917_17-20150917%20-%20181325.pdf

escalas governamentais — impulsionada pela sequência de eventos extremos ocorridos entre 2023 e 2024 —, tais ações concentram-se principalmente em intervenções de caráter estrutural, normativo e assistencial, permanecendo uma lacuna no que diz respeito à incorporação de processos formativos sistemáticos, capazes de promover a compreensão do território, de suas dinâmicas naturais e das vulnerabilidades associadas às inundações.

Nesse contexto, a EA ainda ocupa um papel secundário nas políticas voltadas à gestão de riscos e desastres. A ausência de um eixo educacional estruturado, contínuo e territorializado dificulta a construção de uma compreensão mais aprofundada do território, de seus processos naturais e das vulnerabilidades associadas às inundações, limitando a capacidade da sociedade e do poder público de avançar para além de uma lógica predominantemente reativa.

Diante desse cenário, têm-se como problema central responder à seguinte questão: como o conhecimento do lugar pode contribuir para a construção de resiliência às inundações no município de Montenegro?

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Diversos estudos em gestão de riscos demonstram que investimentos em prevenção e redução de riscos, especialmente em educação e fortalecimento institucional, são mais eficazes e menos onerosos do que os custos recorrentes associados à resposta emergencial e à reconstrução pós-desastre (United Nations, 2004; CEPED, 2014; CEMADEN, 2022). Nesse sentido, a educação não deve ser compreendida como gasto, mas como investimento estratégico, capaz de produzir retornos sociais, econômicos e institucionais ao longo do tempo.

A EA, quando orientada pelo conhecimento do território (EBL) e integrada às políticas públicas, assume papel central na gestão de riscos. Nenhuma estratégia de redução de riscos é efetiva se a população não compreende os processos naturais que afetam o lugar onde vive, os fatores que ampliam as vulnerabilidades e as formas adequadas de prevenção e resposta. Assim, a educação é condição básica para a construção de resiliência, pois sustenta mudanças culturais, comportamentais e institucionais necessárias à convivência com eventos extremos.

Diante das recorrentes inundações do Rio Caí que atingem o município de Montenegro, seus prejuízos associados evidenciam fragilidades estruturais nos

sistemas político e socioeconômico locais. A mobilização constante de recursos públicos para assistência social, reparos de infraestrutura e recomposição de serviços demonstra que a ausência de ações preventivas estruturadas compromete a sustentabilidade das políticas públicas no longo prazo, cenário este que atesta a predominância de uma lógica reativa na gestão dos desastres, centrada na resposta aos danos já consolidados.

Com isso, torna-se imprescindível a incorporação de uma cultura resiliente nos contextos socioeconômico e político locais. A resiliência às inundações pode ser compreendida como a capacidade de uma população conviver com a dinâmica natural dos eventos hidrológicos, antecipando seus impactos, adaptando-se às suas ocorrências e fortalecendo sua capacidade de resposta e recuperação. No âmbito da gestão de riscos e desastres hidrológicos, essa perspectiva se materializa em um ciclo contínuo que envolve ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, superando a lógica reativa e emergencial. Assim, a construção da resiliência está diretamente associada ao fortalecimento das capacidades locais de compreender e atuar frente às inundações, integrando conhecimento, planejamento e participação social em uma abordagem permanente de convivência com o risco.

Ao articular o conhecimento do lugar com a construção de estratégias preventivas por meio da inteligência territorial, capacita-se a sociedade para a interpretação e atuação sobre o território a partir de suas dinâmicas socioambientais, conferindo à EBL o caráter de elemento central para a superação de uma lógica predominantemente reativa na gestão de riscos e desastres. Com isso, amplia-se a capacidade da sociedade e do poder público discutirem e planejarem a gestão de riscos hidrológicos em uma perspectiva de longo prazo.

Nesse contexto, propõe-se o projeto de um Laboratório de Inteligência Territorial do Rio Caí (LABiCAÍ), tecnologia social voltada à formação contínua de estudantes, professores e comunidade, articulando ciência, território e participação social. Ao fortalecer a leitura crítica da planície de inundação do Rio Caí e fomentar uma cultura de prevenção, o LABiCAÍ contribui para a qualificação da gestão de riscos no município ao ampliar as capacidades sociais de compreensão, antecipação e resposta às inundações.

1.4 HIPÓTESE

Com o agravamento dos eventos hidrológicos extremos e a crescente vulnerabilidade das áreas urbanas inseridas em planícies de inundação, torna-se necessário avançar na construção de abordagens que ultrapassem os modelos descontextualizados da realidade local. Nesse sentido, a valorização do território permite compreender as dinâmicas socioambientais a partir das especificidades do lugar, incorporando saberes, práticas e percepções locais na construção de respostas mais eficazes.

No contexto da nova dinâmica hidrológica em que o município de Montenegro se insere, a convivência com as inundações tende a consolidar-se como a alternativa mais adequada sob os pontos de vista técnico e econômico no longo prazo. Logo, o conhecimento do lugar, aliado ao desenvolvimento da inteligência territorial, constitui elemento fundamental para a construção de resiliência às inundações.

A hipótese apresentada sustenta que a construção de resiliência depende da produção e sistematização de conhecimentos ancorados no território, que permitam a apropriação social do conhecimento científico por meio da capacidade de leitura do território. Nesse sentido, a partir de uma metodologia fundamentada na epistemologia territorial, torna-se possível elaborar ferramentas estratégicas voltadas ao desenvolvimento da inteligência territorial e ao fortalecimento da resiliência às inundações.

1.5 MOTIVAÇÃO PROFISSIONAL

Toda a minha trajetória de estudos ocorreu em instituições de ensino público: Escola Estadual de Ensino Fundamental Dr. Gustavo Armbrust, Escola Estadual de Ensino Médio Itália, graduação em Geologia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Mestrado Profissional em Ambiente e Sustentabilidade na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs). Este projeto de mestrado pode ser compreendido, em parte, como uma forma de retribuição ao investimento educacional público recebido.

Os desastres naturais sempre despertaram meu interesse, principalmente pela complexidade da dinâmica exógena do planeta, hoje intensificada pelas mudanças climáticas, e sua relação com o processo civilizatório. Buscar compreender esses

processos dinâmicos e desenvolver estratégias de convivência mais harmônica com a natureza, mediadas pela educação acessível a todos os públicos, constituem as bases e idealizações deste projeto.

Assim como a educação pública foi fundamental para a minha formação e para possibilitar a minha carreira profissional como servidor público na área ambiental (Geólogo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Montenegro desde fevereiro de 2019), vejo que este projeto constitui um propósito de vida: contribuir para a construção de uma sociedade montenegrina mais resiliente às inundações do Rio Caí.

O objetivo principal é implementar um projeto de EA, de caráter contínuo e intergeracional, como estratégia para a formação de uma cultura cidadã voltada à compreensão crítica do território, formando sujeitos capazes de ler e interpretar a paisagem do lugar em que vivem e de perceber a interrelação entre suas dinâmicas naturais e sociais.

Para que esse propósito se concretize serão necessários esforços permanentes e articulados. Por meio de uma construção coletiva, a administração pública municipal deverá atuar de forma sistemática na redução das vulnerabilidades sociais e econômicas associadas às inundações, e este estudo poderá consistir em um dos pilares educacionais para a construção de uma Montenegro resiliente às inundações.

Desse modo, espera-se fortalecer, no presente e no futuro, a resiliência do município frente aos eventos hidrológicos extremos, ao mesmo tempo em que Montenegro se consolida como referência para outras cidades suscetíveis às inundações.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa é desenvolver uma tecnologia social de educação baseada no lugar, fundamentada na epistemologia territorial e voltada à construção da inteligência territorial como estratégia de fortalecimento da resiliência às inundações no município de Montenegro, RS.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para se atingir o objetivo geral da pesquisa, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar a abordagem da EA e da temática das inundações na gestão municipal de Montenegro, identificando lacunas e oportunidades para a integração entre educação, conhecimento do território e gestão de riscos;
- b) analisar o comportamento social acerca da divulgação de dados técnicos e científicos sobre o tema das inundações;
- c) analisar experiências aplicadas de educação ambiental em contexto fluvial, com o objetivo de extrair subsídios metodológicos, pedagógicos e operacionais;
- d) realizar o diagnóstico territorial da área de estudo;
- e) elaborar o projeto de implantação e o referencial metodológico do Laboratório de Inteligência Territorial do Rio Caí (LABiCAÍ), tecnologia social fundamentada nos referenciais da educação baseada no lugar e da resiliência socioambiental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo inicia contextualizando a origem e evolução do conceito de sustentabilidade, bem como as principais ações adotadas pela sociedade contemporânea para a redução dos riscos de desastres naturais, com ênfase no conceito de resiliência, que tem ganhado destaque tanto no campo científico quanto nas agendas políticas em escala global. Também é apresentado um diagnóstico das previsões do IPCC, com ênfase aos desastres hidrológicos.

Posteriormente, é abordada a origem do conceito de EA e suas diferentes vertentes, destacando-se a educação baseada no lugar (*place-based education*), abordagem que orienta as propostas pedagógicas deste projeto. Nesse contexto, são apresentadas duas experiências já implantadas e alinhadas a essa temática: o Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano (LIAU), estratégia de EA adotada pela Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre (RMEPOA), e projetos de barco-escola desenvolvidos em distintos municípios brasileiros.

3.1 SUSTENTABILIDADE E GOVERNANÇA AMBIENTAL GLOBAL

3.1.1 Origens do conceito de sustentabilidade

A discussão contemporânea sobre sustentabilidade iniciou a partir do final dos anos 1960, quando começou a ganhar força a percepção de que os padrões de produção e consumo não poderiam se sustentar no longo prazo. Nesse contexto, o Clube de Roma, formado por economistas e empresários preocupados com a crescente degradação ambiental, encomendou o relatório *Limites do Crescimento* ao Massachusetts Institute of Technology (MIT), publicado em 1972. O documento utilizou modelos matemáticos e projeções globais para demonstrar que a exploração intensiva de recursos naturais, associada ao crescimento populacional e industrial, poderia levar a desequilíbrios ambientais severos (MEADOWS *et al.*, 1978). Embora criticado à época, o relatório teve papel fundamental ao chamar atenção para os limites físicos do planeta e para a necessidade de repensar o desenvolvimento econômico, tendo influenciado as discussões da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972 (Conferência de Estocolmo), e que foi a primeira agenda mundial a tornar o meio ambiente uma

questão central na política global.

Essa discussão evoluiu significativamente ao longo das décadas seguintes e culminou no relatório *Nosso Futuro Comum*, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1987. Conhecido como *Relatório Brundtland*, o documento apresentou uma definição que se tornaria referência mundial: desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades presentes sem comprometer as futuras gerações (CMMAD, 1991). Com isso, introduziu-se de forma clara a necessidade de integrar as dimensões sociais, econômicas e ambientais em qualquer projeto de desenvolvimento, reconhecendo que a busca pelo desenvolvimento não pode ocorrer às custas da integridade dos ecossistemas.

A partir desse marco, a sustentabilidade passou a orientar políticas públicas, práticas de gestão e programas educacionais. No campo da EA, esses debates consolidaram a ideia de que compreender as causas da crise ambiental e desenvolver atitudes responsáveis depende de processos formativos que aproximem sociedade e natureza. Assim, a EA emerge como uma resposta prática aos alertas globais, buscando fortalecer a participação social, incentivar o pensamento crítico e promover formas de convivência mais harmônicas com o ambiente.

Decorridas quatro décadas desde o início das discussões que originaram o conceito de desenvolvimento sustentável, em 2015 foi realizada na sede da ONU, em Nova York, a Cúpula dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nesse encontro, os 193 Estados-membro da ONU definiram os ODS como parte de uma nova agenda para o desenvolvimento sustentável. O documento resultado desta cúpula, *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável* (Agenda 2030), constitui um plano de ação para as nações que, através de 17 ODS, 169 metas e respectivos indicadores, busca trazer melhorias na qualidade de vida das pessoas e na conservação e proteção do planeta. Os ODS e respectivas metas abrangem diversos aspectos do desenvolvimento sustentável, incluindo acabar com a pobreza e a fome, melhorar a saúde e a educação, tornar as cidades mais sustentáveis, combater as alterações climáticas e proteger oceanos e florestas (ONU, 2015).

Os objetivos e metas estabelecidos em 2015 foram propostos com o intuito de serem implantados pelos 15 anos subsequentes à sua publicação. Todos os 193 países signatários comprometeram-se a trabalhar para a plena implementação da Agenda 2030, reconhecendo que a erradicação da pobreza é o maior desafio global

e requisito indispensável ao desenvolvimento sustentável. Além disso, firmaram compromisso em alcançar o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões — econômica, social e ambiental — de forma equilibrada e integrada (ONU, 2015).

Para a definição dos ODS e respectivas metas houve intensa consulta pública e envolvimento da sociedade civil, com especial atenção às populações mais pobres e vulneráveis. Os objetivos e metas são integrados e indivisíveis, de natureza global, aplicando-se com maior ou menor ênfase a todos os países — desenvolvidos e em desenvolvimento, conforme a realidade socioeconômica de cada um. Cabe a cada governo decidir como as metas devem ser incorporadas nos processos, políticas e estratégias nacionais de planejamento, considerando as circunstâncias de cada nação (ONU, 2015).

Portanto, pode-se dizer que a Agenda 2030, reunindo todo o conhecimento e experiência das nações em busca de um desenvolvimento sustentável desde a Conferência de Estocolmo em 1972, traz consigo o mapeamento dos caminhos para o desenvolvimento sustentável global. O quadro 1 elenca os 17 ODS estabelecidos na Agenda 2030.

Quadro 1 – Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.

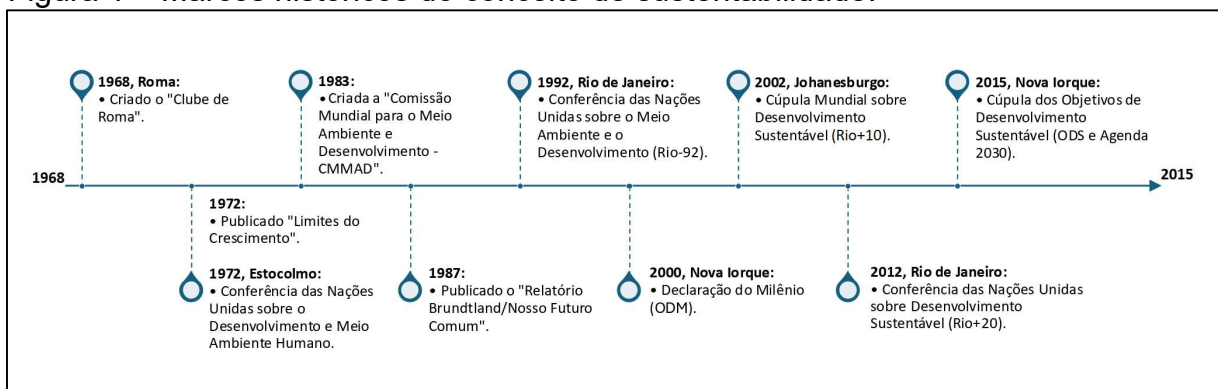
| | |
|-------------------|---|
| Objetivo 1 | Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares. |
| Objetivo 2 | Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. |
| Objetivo 3 | Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. |
| Objetivo 4 | Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos. |
| Objetivo 5 | Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas. |
| Objetivo 6 | Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. |
| Objetivo 7 | Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos. |
| Objetivo 8 | Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos. |
| Objetivo 9 | Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação. |

| | |
|--------------------|---|
| Objetivo 10 | Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles. |
| Objetivo 11 | Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. |
| Objetivo 12 | Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. |
| Objetivo 13 | Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. |
| Objetivo 14 | Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. |
| Objetivo 15 | Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade. |
| Objetivo 16 | Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis. |
| Objetivo 17 | Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável. |

Fonte: Organização das Nações Unidas (s.d.).

Por fim, a figura 1 demonstra uma linha do tempo dos principais acontecimentos responsáveis pelo processo de construção do conceito de sustentabilidade.

Figura 1 – Marcos históricos do conceito de sustentabilidade.



Fonte: Autor (2024).

3.1.2 Políticas internacionais para redução dos riscos de desastres naturais

O primeiro movimento geopolítico buscando promover uma cultura global de conscientização e redução dos riscos decorrentes dos desastres naturais ocorreu em 1987, quando a Assembleia Geral da ONU, percebendo a necessidade de se reduzir o impacto dos desastres naturais às pessoas, designou a década de 1990 como A Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (1990–1999), estabelecendo um quadro de ação internacional com objetivos e metas a serem alcançados, além de definir o dia 13 de outubro como o Dia Internacional para Redução do Risco de Desastres Naturais (ONU, 1989).

Os objetivos principais visavam a diminuição da perda de vidas, dos danos às propriedades e das perturbações sociais e econômicas causadas pelos desastres naturais. As metas propostas buscavam (1) aprimorar a capacidade dos países quanto à mitigação dos efeitos dos desastres naturais através da implantação de sistemas de alerta precoce e de estruturas resistentes a desastres; (2) a criação de diretrizes e estratégias para aplicação do conhecimento técnico e científico existente e o fomento aos esforços científicos e de engenharia visando a redução de danos às pessoas e às propriedades; (3) desenvolver medidas para avaliação, previsão, prevenção e mitigação dos desastres naturais através de programas de assistência técnica, transferência de tecnologia, educação e treinamento (ONU, 1989).

Em 1994, na cidade de Yokohama, Japão, foi realizada a I Conferência Mundial para Redução dos Desastres, que teve como resultado a publicação da *Estratégia de Yokohama e Plano de Ação para um Mundo mais Seguro*, o primeiro marco internacional voltado à redução dos riscos de desastres. O documento informa que o impacto dos desastres naturais tem aumentado os prejuízos econômicos, além da sociedade estar mais vulnerável a estes eventos, sendo os mais afetados os pobres e os grupos socialmente desfavorecidos nos países em desenvolvimento. Destaca ainda que as medidas de prevenção e mitigação para desastres são muito mais vantajosas do que a simples resposta ao desastre, pois esta produz resultados temporários e a altos custos. Além disso, enfatiza a necessidade do envolvimento das comunidades para uma maior percepção individual e coletiva sobre os riscos dos desastres, sendo o desenvolvimento de uma cultura global de prevenção um elemento essencial para a redução dos desastres, em especial através da implementação de

ações pré-desastre (ONU, 1994).

No final dos anos noventa, diante das ameaças à estabilidade socioeconômica decorrentes dos desastres naturais, a comunidade internacional reconheceu a necessidade de fortalecimento da cultura global de prevenção de desastres como principal estratégia de longo prazo para redução dos riscos dos desastres (UNDRR, s.d.). Com isso, no ano 2000, a ONU apresentou uma iniciativa visando dar prosseguimento aos trabalhos realizados da década de 1990, criando a Estratégia Internacional de Redução de Desastres (EIRD) como sucessora da Década Internacional para Redução de Desastres (1990–1999), a fim de tornar as nações e as comunidades mais resilientes aos desastres naturais (Silveira; Cardoso, 2016). Passados 15 anos do início das mobilizações que buscavam disseminar a percepção mundial quanto aos riscos dos desastres naturais, em 2005 foi realizada a II Conferência Mundial para Redução dos Desastres, em Kobe, capital da Província de Hyogo, no Japão. Ao final do evento foi elaborado o *Marco de Ação de Hyogo*, com vigência por dez anos (2005–2015), tendo como objetivo principal o aumento da resiliência das nações e das comunidades.

Conforme ONU (2005), as cinco prioridades de ação estabelecidas no documento foram: (1) garantir que a redução do risco de desastres seja uma prioridade nacional e local com uma base institucional forte para implementação, através de políticas e planejamento do desenvolvimento, redução da pobreza e participação comunitária; (2) identificar, avaliar e monitorar os riscos de desastres e melhorar o alerta precoce, mediante investimentos em capacidades científicas, técnicas e institucionais para observar, registrar, investigar, analisar, prever, modelar e elaborar mapas de ameaças naturais, investindo em sistemas de alerta prévio; (3) usar conhecimento, inovação e educação para construir uma cultura de segurança e resiliência em todos os níveis, através da educação formal e não formal sobre o risco de desastres e meios de proteção, visando à conscientização sobre a redução do risco de desastres; (4) reduzir os fatores de risco subjacentes, investindo em medidas para proteger infraestruturas vitais (atualizando códigos municipais de construção, por exemplo) e; (5) fortalecer a preparação para desastres para uma resposta eficaz em todos os níveis, desenvolvendo e colocando em prática planos de contingência e estabelecendo fundos de emergência para apoiar as atividades de preparação, resposta e recuperação.

O mais recente e vigente plano de ação internacional foi resultado da III Conferência Mundial para Redução dos Riscos de Desastres, realizada em 2015 na cidade de Sendai, Japão. Visando dar continuidade ao *Marco de Ação de Hyogo* (2005–2015), os Estados-membros das Nações Unidas aprovaram o *Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres* (2015-2030), contendo diretrizes para que os governos locais invistam no desenvolvimento de uma cultura de resiliência frente aos desastres naturais, trabalhando em conjunto com outros acordos da Agenda 2030 estabelecidos em 2015 — o Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas, a Agenda de Ação de Adis Abeba sobre Financiamento para o Desenvolvimento, a Nova Agenda Urbana e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Buscando reduzir substancialmente os riscos de desastres, as perdas de vidas e os prejuízos socioeconômicos, o objetivo principal do *Marco de Sendai* consiste em:

Prevenir novos riscos e reduzir o risco de desastres existente, implementando medidas econômicas, estruturais, jurídicas, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a perigos e a vulnerabilidade a desastres, aumentar a preparação para resposta e recuperação e, assim, aumentar a resiliência (UNISDR, 2015, p. 7).

O documento também apresenta princípios norteadores para a redução do risco de desastres, dentre os quais destacam-se: (1) a necessidade de empenho integrado de todas as instituições públicas, nos âmbitos nacional e local, bem como a articulação clara das responsabilidades entre instituições públicas e privadas, de modo a garantir comunicação, parceria e complementaridade de funções; (2) a importância da capacitação das autoridades e comunidades locais por meio da disponibilização de recursos, incentivos e atribuições relacionadas à tomada de decisão; (3) a compreensão de que, embora os fatores de risco de desastres possam se manifestar em escalas local, nacional, regional ou global, é fundamental considerar as características específicas (locais) de cada território para a definição de medidas adequadas de redução de riscos; e (4) a adoção, na fase de reconstrução e reabilitação pós-desastre, de estratégias orientadas pelo princípio de “reconstruir melhor”, com ênfase na educação e na sensibilização da sociedade em relação aos desastres (UNISDR, 2015).

Para se atingir o objetivo principal — o aumento da resiliência das nações e

das comunidades —, o *Marco de Sendai* estabeleceu sete metas globais a serem cumpridas até 2030. De forma geral, as metas buscam a redução das médias da mortalidade global e do número de pessoas afetadas por desastres, a redução das perdas econômicas e dos danos causados à infraestrutura e aos serviços básicos (como saúde e educação), o aumento da disponibilidade de sistemas de alerta precoce sobre o risco de desastres, a intensificação da cooperação internacional com os países em desenvolvimento para complementar suas ações nacionais, além do aumento do número de países com estratégias nacionais e locais de redução de risco (UNISDR, 2015).

Além das metas previstas, o *Marco de Sendai* apresenta quatro prioridades de ação a serem promovidas pelos Estados em nível local, nacional, regional e global: (1) compreensão do risco de desastres; (2) fortalecimento da governança do risco de desastres para gerenciar o risco de desastres; (3) investir na redução do risco de desastres para a resiliência; (4) melhorar a preparação para desastres para uma resposta eficaz e para reconstruir melhor na recuperação, reabilitação e reconstrução (UNISDR, 2015).

O documento ressalta que a compreensão do risco de desastres permite uma avaliação de riscos pré-desastre, auxiliando na prevenção e mitigação, além de possibilitar uma preparação adequada e consequente resposta eficaz aos desastres. Além disso, pode auxiliar na formulação de políticas e práticas para a gestão do risco de desastres. Dentre as medidas propostas para efetivar a primeira prioridade de ação destacam-se:

1.1 A divulgação periódica de informações sobre o risco de desastres, incluindo mapas de risco para o público em geral e as comunidades em situação de risco.

1.2 Ampliar o conhecimento de funcionários do governo, sociedade civil, comunidades e voluntários, bem como do setor privado, por meio do compartilhamento de experiências, lições aprendidas, boas práticas e educação sobre a redução do risco de desastres.

1.3 Promover a incorporação de conhecimento sobre o risco de desastres – incluindo prevenção, mitigação, preparação, resposta, recuperação e reabilitação – na educação formal e não-formal, bem como na educação cívica de todos os níveis (UNISDR, 2015).

O fortalecimento da governança para gerenciar o risco de desastres busca promover a colaboração entre instituições na implementação de instrumentos relevantes para a redução do risco. A efetivação desta ação pode se dar através da

implementação de leis, regulamentos e políticas públicas que visem a redução do risco de desastres, objetivando reduzir os riscos existentes, impedir a criação de novos e aumentar a resiliência da população. É de suma importância que ocorra a regulamentação do uso da terra e do planejamento urbano, bem como dos códigos de construção e gestão ambiental. No processo de formulação das leis e regulamentos, torna-se essencial a realização de consultas públicas às comunidades atingidas, para que haja apoio e consequente efetivação dos regramentos legais (UNISDR, 2015).

O investimento na redução do risco de desastres para a resiliência pode ocorrer através da implementação de medidas estruturais e não estruturais. Alguns exemplos de medidas estruturais incluem construções projetadas para suportar os perigos dos desastres e a promoção de uma cultura de manutenção de infraestruturas civis. Dentre as medidas não estruturais incluem-se a implementação de instrumentos legais voltados à gestão do risco de desastres, políticas de inclusão e mecanismos de proteção social, a revisão de códigos de construção e o fortalecimento do uso e gestão sustentável dos ecossistemas (UNISDR, 2015).

O *Marco de Sendai* conclui ser possível melhorar a preparação para desastres para uma resposta eficaz e para “reconstruir melhor” na recuperação, reabilitação e reconstrução através do aprendizado com desastres passados, reforçando a preparação para resposta aos desastres com base na previsão de eventos, de forma que as fases de recuperação, reabilitação e reconstrução sejam articuladas antes que ocorra o desastre. Para isso, é essencial (1) a revisão periódica de políticas e planos de contingência, considerando o cenário de mudanças climáticas e seus impactos sobre o risco de desastres; (2) fortalecer sistemas de previsão e mecanismos de comunicação de alerta através de processos participativos; (3) promover a resiliência de infraestruturas básicas (abastecimento de água, transporte e telecomunicações, instituições de ensino e hospitais) para que permaneçam seguras e operacionais durante e após as catástrofes; (4) estabelecer centros comunitários para conscientização da sociedade e armazenamento de materiais de salvamento e socorro; (5) treinar funcionários e voluntários para trabalho em resposta aos desastres e aprimorar as capacidades técnicas e logísticas para garantir uma melhor resposta em situações de emergência; (6) promover a cooperação de diversas instituições, autoridades e atores relacionados em todos os níveis, incluindo as comunidades e empresas afetadas; (7) promover a incorporação da gestão do risco de desastres nos

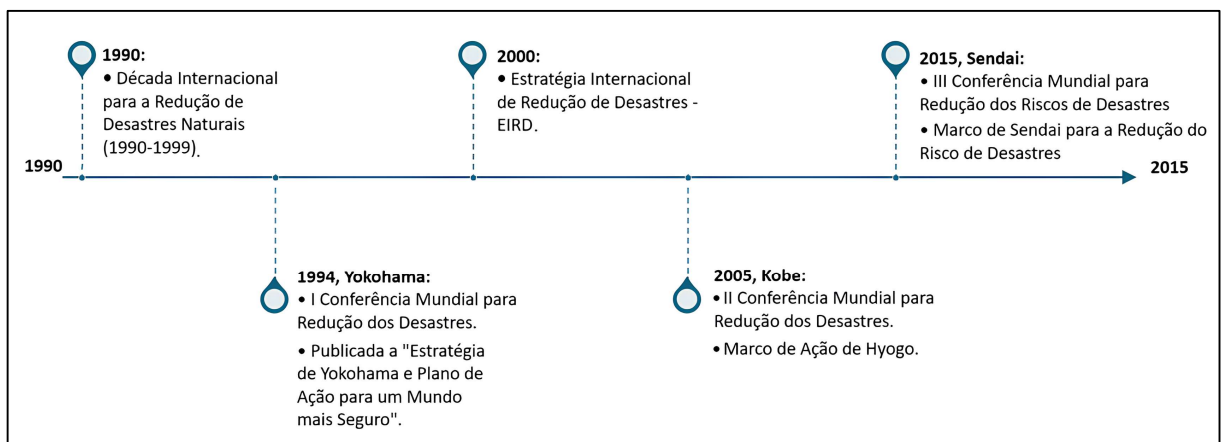
processos de recuperação e reabilitação pós-desastre; (8) considerar a mudança de instalações e infraestruturas públicas para áreas fora das áreas de risco no processo de reconstrução pós-desastre; (9) reforçar a capacidade das autoridades locais para evacuar as pessoas que vivem em áreas propensas a desastres e melhorar os serviços de apoio psicossocial e de saúde mental para todas as pessoas necessitadas (UNISDR, 2015).

Destaca-se a importância que o *Marco de Sendai* confere à atuação da sociedade civil, voluntários e organizações comunitárias na colaboração com as instituições públicas para a implementação de marcos normativos voltados à redução dos riscos de desastres, no engajamento quanto à implementação e monitoramento de planos e estratégias locais, além de auxiliar no apoio à conscientização pública, visando uma cultura de prevenção e educação sobre risco de desastres.

Considerando que o aumento da frequência e intensidade dos desastres naturais por conta das mudanças climáticas prejudica significativamente o desenvolvimento sustentável, é imprescindível que os governos invistam na gestão eficaz dos riscos de desastres, tendo como estratégias norteadoras as metas e prioridades de ação acordadas no *Marco de Sendai*, que priorizam ações preventivas e o fortalecimento do conhecimento sobre o risco de desastres (UNISDR, 2015).

Por último, a figura 2 apresenta uma linha do tempo das políticas internacionais voltadas à redução dos riscos de desastres naturais.

Figura 2 - Linha do tempo das políticas internacionais para redução dos riscos de desastres naturais.



Fonte: Autor (2024).

3.1.3 Resiliência aplicada às inundações

3.1.3.1 Os conceitos de resistência e resiliência

Quando se fala sobre gestão de riscos hidrológicos, um conceito importante e que predominou até o século passado é o de resistência, definido como a capacidade de um sistema permanecer inalterado quando sujeito a perturbações (Zevenbergen *et al.*, 2020). A adoção da estratégia de resistência às inundações contribuiu para o surgimento do paradoxo do desenvolvimento seguro, ao incentivar a ocupação de áreas de risco e produzir uma falsa sensação de segurança associada a obras de engenharia, como diques. Quando tais estruturas são superadas por eventos extremos, tendem a desencadear desastres de maior magnitude, com aumento da letalidade e agravamento dos danos socioeconômicos.

No entanto, o paradigma que adotava a resistência às inundações e que se concentrava no combate à água e na resiliência restaurativa vem sendo substituído pelas abordagens de resiliência socioecológica e sistêmica, uma vez que a visão de resistência às inundações produziu uma desconexão entre os sistemas humanos e naturais, produzindo uma “amnésia geracional ambiental nos moradores das cidades” (McClymont *et al.*, 2020, p. 1166).

McClymont *et al.* (2020) demonstraram a existência de uma dicotomia no meio científico no que concerne à relação entre resistência e resiliência: alguns autores argumentam que a resistência é parte inerente da resiliência, pois auxilia na mitigação de impactos, enquanto outros defendem que a resistência é prejudicial à capacidade de adaptação, uma vez que a resiliência é favorecida pela aprendizagem com as perturbações, e assim, a resistência por si só produziria uma falsa sensação de segurança/proteção. “[...] em caso de falha, as consequências são, muitas vezes, piores e é provável que a sensibilização e a preparação para inundações daqueles ‘protegidos’ pela barreira sejam baixas” (McClymont *et al.*, 2020, p. 1158).

Pode-se dizer que a aplicação do conceito de resiliência aos desastres naturais é relativamente recente. Sua primeira abordagem surgiu na década de 1970, voltada à observação da dinâmica dos ecossistemas, definindo resiliência ecológica como a capacidade de um sistema natural absorver perturbações e ainda manter suas funções essenciais (Holling, 1973). Posteriormente surge a resiliência de engenharia, a qual enfatiza a capacidade de um sistema retornar à condição original após uma

perturbação, aplicando-se aos sistemas vinculados a obras de engenharia, tais como diques, canalizações e barragens (Liao, 2012).

Um conceito mais recente é o de resiliência socioecológica, que apresenta uma visão sistêmica envolvendo a interação entre os sistemas humanos e naturais, reconhecendo que estes sistemas mudam ao longo do tempo e que apresentam interações complexas e associadas a incertezas. A resiliência socioecológica ou adaptativa é definida como a capacidade de um sistema absorver perturbações, recuperar, reorganizar, antecipar e adaptar-se quando passa por perturbações (Zevenbergen *et al.*, 2020). Segundo Oliveira e Aquino (2020, p. 8):

O conceito de resiliência socioecológica denota que os sistemas sociais e os sistemas ecológicos estão interligados de formas complexas, numa dinâmica não linear e, portanto, a resiliência de todo o sistema vinculado difere da soma da resiliência de cada sistema separado.

O quadro 2 resume os diferentes conceitos de resiliência utilizadas na gestão do risco de inundações.

Quadro 2 - Tipos de resiliência e suas características.

| Abordagem | Características | Estratégias |
|--|--|--|
| Resistência | Capacidade de um sistema permanecer inalterado quando sujeito a perturbações. | - Proteção contra inundações. |
| Resiliência de Engenharia | Capacidade de se recuperar de uma perturbação, mantendo a estabilidade do sistema. | - Constância; - Robustez; - Projeto à prova de falhas. |
| Resiliência Ecológica | Capacidade de absorver uma perturbação, recuperar-se e manter a existência da função do sistema. | - Persistência; - Múltiplos estados de equilíbrio. |
| Resiliência Socioecológica ou Adaptativa | Capacidade de absorver uma perturbação, recuperar-se, reorganizar-se, antecipar e adaptar-se enquanto passa por mudanças no sistema. | - Persistência; - Aprendizagem; - Capacidade adaptativa; - Transformação. |
| Resiliência (definição do Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres - UNISDR) | Capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposto a riscos de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira tempestiva e eficiente, através da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais, por exemplo. | |

Fonte: Adaptado de Zevenbergen *et al.*, 2020.

Conforme Lennon *et al.* (2014), a ascensão do conceito de resiliência às inundações se deu com os recentes problemas envolvendo as intervenções de engenharia do passado, as quais restringiam o escoamento dos rios e que falharam diante de eventos climáticos extremos. Conseqüentemente, a gestão do risco de inundações vem passando por uma mudança de paradigma, que até então buscava manter a água das inundações afastada, para uma abordagem holística e de longo prazo, envolvendo a mitigação do risco de inundação e a adaptação para resiliência aos eventos de inundação.

3.1.3.2 Aspectos temporais na prevenção às inundações

Historicamente, as áreas urbanas sujeitas a inundações receberam soluções estruturais rígidas, tais como a canalização de cursos d'água e a construção de diques. Estas intervenções focavam em resistir às dinâmicas naturais dos cursos hídricos, buscando formas de defesa contra as inundações. Conseqüentemente, as cidades tornaram-se espaços que interromperam o ciclo hidrológico natural e que, somando-se à remoção de vegetação e à impermeabilização de extensas áreas, eliminaram a capacidade natural de armazenamento de água daqueles locais (Lennon *et al.*, 2014).

Diversos países, dentre eles Alemanha e China, vêm passando por uma mudança de paradigma na gestão do risco de inundações, indo de uma abordagem unidimensional, que visava manter a água das inundações afastada, para uma abordagem mais estratégica, holística e de longo prazo, envolvendo a mitigação dos riscos de inundação e a adaptação a estes eventos. Nesta última abordagem aplica-se o conceito de resiliência às inundações em substituição ao conceito de resistência (Lennon *et al.*, 2014).

O quadro 3 demonstra formas de transição de um sistema tradicional (que busca resistir às inundações) para um sistema resiliente.

Quadro 3 - Transição de uma abordagem tradicional para uma mais resiliente.

| Tradicional | Resiliente |
|---|--|
| Mudanças no sistema são estáveis e previsíveis. | Mudanças no sistema são incertas. |
| Controlar mudanças. | Manter e melhorar a capacidade de adaptação às incertezas. |
| Planejamento de 20 anos. | Horizonte de longo prazo (até 100 anos). |
| Criação de estratégias de cima para baixo. | Iniciativas de baixo para cima e decisões estratégicas de cima para baixo. |
| Foco na redução da probabilidade. | Foco na redução da vulnerabilidade. |

Fonte: Adaptado de Zevenbergen *et al.* (2008).

A dimensão temporal é crucial para a construção de resiliência, pois “grande parte do tecido e das estruturas urbanas que vemos hoje é o resultado de períodos de tomada de decisão do passado” (Zevenbergen *et al.*, 2008, p. 85). Assim, as cidades precisam aprender com o passado para desenvolver e implementar abordagens resilientes para as presentes e futuras gerações, adotando novas abordagens eficazes e as transformando em diretrizes, procedimentos e políticas locais (Zevenbergen *et al.*, 2008).

3.1.3.3 Resiliência urbana às inundações

Liao (2012) propõe um modelo teórico de resiliência urbana frente às inundações, no qual defende que as cidades que ocupam planícies de inundação de rios de várzea devem adotar uma abordagem de gestão baseada na resiliência e não na resistência às inundações. Para o autor, resistir às inundações através de diques, barragens e canalizações negligencia as incertezas dos sistemas homem-natureza, além de ignorar os eventos extremos que tendem a aumentar com as imprevisibilidades das mudanças climáticas, defendendo a adaptação às cheias em substituição aos atuais modelos de controle das cheias.

Uma grave consequência das medidas estruturais é a transferência do problema rio abaixo, uma vez que o local beneficiado com as obras para contenção das cheias acaba reduzindo a retenção das águas nas planícies de inundação das áreas até então atingidas, aumentando assim o volume e a velocidade do fluxo que atingirá os locais a jusante. Assim, as cidades que possuem infraestruturas para evitar

as inundações, tendo-se como principal exemplo os diques, são altamente resistentes, mas não resilientes. Reduzirão a frequência das cheias — transferindo os problemas para os locais a jusante —, diminuindo a percepção da dinâmica fluvial por parte da população (Liao, 2012).

Segundo Correia *et al.* (1998), a pouca experiência com cheias leva a uma baixa conscientização sobre o risco de cheias entre os cidadãos, habituados a condições normais, sem saber como lidar caso o sistema de engenharia falhe. Este contexto resulta em um cenário de situações contrastantes: uma cidade seca e estável ou inundada e desastrosa (Liao, 2012).

Além disso, os países com soluções de engenharia avançadas criaram um estado de dependência na população, que considera o governo responsável pela gestão do risco de inundações, resultando na relutância da população em assumir qualquer responsabilidade pelo risco de inundação (McClymont *et al.*, 2020).

Para Liao (2012), a aplicação do conceito de resiliência de engenharia às planícies aluviais urbanizadas é ultrapassada, considerando que são sistemas humanos-naturais complexos, dinâmicos e imprevisíveis. Diante da existência de medidas estruturais, tais como diques, que visam manter as planícies aluviais livres de inundações, cria-se uma falsa segurança e conseqüente diminuição da resiliência. A gestão dos riscos de inundação construída a partir da teoria da resiliência reconhece as inundações periódicas como dinâmicas ambientais naturais que inevitavelmente afetarão as atividades socioeconômicas.

Como a infraestrutura de controle de cheias evita a maioria das cheias, as cidades só aprendem dolorosamente com as raras e catastróficas, com preços elevados. Na gestão dos riscos de inundação baseada na resiliência, as inundações periódicas são oportunidades de aprendizagem para as cidades se tornarem mais preparadas para inundações extremas (Liao, 2012, p. 48).

Diante das incertezas climáticas atuais e futuras, as chances de inundações mais catastróficas se acentuam diante da presença de infraestruturas de controle de inundações (Liao, 2012). O autor defende que a adoção do conceito de resiliência ecológica é mais apropriada que o de resiliência de engenharia para se estabelecer um modelo de resiliência urbana às inundações. Na resiliência de engenharia, enfatiza-se a capacidade de retornar à condição original do sistema quando ocorre uma falha, sendo qualquer mudança no regime de estabilidade um problema. Já a resiliência ecológica aborda a dinâmica observada nos ecossistemas, argumentando

que alguns ecossistemas nunca se estabilizam após uma perturbação, e que retornar ao ecossistema anterior pode ser impossível, pois os sistemas são inerentemente dinâmicos. Neste paradigma de multiequilíbrio/não equilíbrio, resiliência seria a capacidade do sistema de absorver perturbações e ainda assim persistir.

Considera-se que as inundações em si são um agente de resiliência, pois cada novo evento criará diferentes experiências e aprendizagens com as perturbações, criando “uma oportunidade para as cidades ajustarem estruturas e processos internos e construir conhecimento, levando a diversas estratégias de sobrevivência acumuladas ao longo do tempo” (Liao, 2012, p. 4).

Na prática, a resiliência deve estar associada à auto-organização e capacidade adaptativa, atributos que auxiliarão as comunidades a enfrentar as perturbações das inundações. A capacidade adaptativa é moldada e aprimorada através do aprendizado com cada cheia, mediante ajustes comportamentais (indivíduo e comunidade), físicos (estruturas/obras de engenharia) e institucionais (políticas governamentais) para que a cidade esteja melhor preparada para a próxima cheia. “É um processo de aprender fazendo, onde a novidade está envolvida na adaptação para evitar a repetição da configuração anterior” (Liao, 2012, p. 6).

É amplamente aceito que as inundações nem sempre podem ser evitadas, mas os impactos das inundações podem ser mitigados ou reduzidos pela adesão a princípios de resiliência, como preparação adequada ou aprendizado com eventos passados (McClymont *et al.*, 2020, p. 1170).

Sendo assim, a gestão baseada na resiliência envolve um processo constante de adaptação, de aprendizagem pela prática após a experiência de cada cheia e que, diante das incertezas frente aos eventos extremos por consequência das mudanças climáticas, pode ser visto como uma maneira mais adequada para o enfrentamento destes desastres naturais (Liao 2012).

3.1.3.4 A gestão do risco de inundações no ambiente urbano

Resiliência urbana às inundações consiste na capacidade de uma cidade tolerar as inundações e de se reorganizar rapidamente caso ocorram danos físicos e perturbações socioeconômicas, prevenindo mortes e feridos e mantendo a identidade socioeconômica atual. A resiliência às inundações, portanto, consiste em um processo

de adaptação através do qual se buscam maneiras de conviver com as perturbações. Envolve uma mudança de paradigma de cidades resistentes para cidades resilientes: ao invés de se adotar medidas de segurança contra inundações, busca-se segurança em caso de inundações, ou seja, trabalhar com o rio e não contra ele. Assim, os eventos de inundação são vistos como oportunidades de aprendizagem a fim de preparar a cidade a situações extremas (Liao, 2012).

Para Lennon *et al.* (2014), a adaptação dos ambientes urbanos buscando uma gestão do risco de inundações que considera as previsões de aumento na frequência e gravidade dos eventos de inundação com as mudanças climáticas deve envolver três objetivos: persistência, adaptação e transformação. Esta abordagem caracteriza uma filosofia de design urbano voltada para a inevitabilidade dos eventos de inundação, através de modificações nos projetos arquitetônicos, adotando-se construções elevadas à prova de inundações — pilotis, por ex. — e implantação de infraestrutura verde multifuncional nos espaços públicos, como áreas verdes e outros espaços abertos que preservem os ecossistemas, permitindo a retenção de água nestes locais.

A paisagem natural também deve ser percebida como uma infraestrutura ecológica necessária à sobrevivência e sustentabilidade das cidades através de seus múltiplos serviços ecossistêmicos. No contexto de planejamento urbano, locais sujeitos a inundações devem planejar a expansão urbana para terrenos com topografia mais elevada (Yu *et al.*, 2008).

De acordo com Zevenbergen *et al.* (2020), uma estratégia resiliente de gestão do risco de inundação deve implementar medidas para redução do risco de inundação através da proteção, prevenção e preparação à inundação, visando reduzir o perigo e as consequências destes eventos.

Adotando-se o paradigma de adaptação às inundações que permite que as inundações entrem na cidade, a prevenção de danos através de um desenho urbano que busca promover a resiliência às inundações deve “(1) antecipar e acomodar as inundações, (2) incorporar o processo ecológico das inundações e (3) revelar a dinâmica das inundações ao público” (Liao *et al.*, 2016, p. 7), complementando o desenho urbano existente.

Considerando o atual cenário de mudanças climáticas e a elevada incerteza quanto à magnitude e recorrência de eventos climáticos extremos, adotar o conceito de resiliência socioecológica na gestão do risco de inundações permitirá que as

sociedades aprendam a conviver com as inundações, buscando mitigar as consequências desastrosas ao invés de procurar evitá-las completamente.

3.1.3.5 O aspecto social na construção da resiliência

A adaptação às inundações envolve também elementos sociais, que incluem o conhecimento ecológico tradicional, instituições que armazenam a memória coletiva e a promoção da coesão social nas comunidades (Berkes *et al.*, 2003).

Para Gómez-Baggethun *et al.* (2013), os cenários de resposta social pós-desastres naturais demonstram que o comportamento social e culturalmente construído na cidade afetada pode agravar ou ajudar a aliviar os efeitos dos desastres ambientais. Em alguns locais, ondas de roubos e saques podem ocorrer logo após um desastre natural, enquanto em outros, a urgência em estocar alimentos é o comportamento inicial. Assim, a compreensão da dimensão cultural, de acordo com o sistema de crenças partilhado por uma determinada comunidade, é um elemento crucial para a criação da resiliência socioecológica a longo prazo, uma vez que a resiliência comunitária depende da ação coletiva baseada em redes de relacionamentos, reciprocidade e confiança.

É primordial, para a resiliência às inundações nas cidades modernas, que os seus residentes tenham consciência dos riscos de inundação, para que possam assumir medidas de prevenção em nível de propriedade (Liao *et al.*, 2016).

Cidades modernas precisam de conhecimento ecológico para nutrir a sabedoria ecológica, e precisam se tornar ágeis através do desenvolvimento de capacidade localizada de resposta a inundações, esforçando-se para um ajuste oportuno de todo o sistema e se tornando anfíbias. No entanto, isso é impossível sem uma mudança do paradigma de controle de inundações para um paradigma de adaptação a inundações na mitigação dos riscos de inundações (Liao *et al.*, 2016, p. 7, tradução nossa).

Segundo Tewari *et al.* (2015), as instruções de mitigação, a criação de conscientização e a emissão de avisos de cheias são cruciais na minimização dos impactos das cheias, uma vez que o conhecimento e a consciência dos perigos potenciais mantêm as famílias preparadas para enfrentar os desafios decorrentes de uma inundação.

Além disso, o papel da comunidade é essencial no enfrentamento às cheias,

uma vez que as populações atingidas normalmente são os primeiros a atuarem durante os desastres (Tewari *et al.*, 2015; McEwen *et al.*, 2018). No Reino Unido, os governos trabalham para que a sociedade civil desempenhe papéis mais proeminentes na ação contra as cheias. A participação comunitária é vista como fundamental na mudança social, e a formação de grupos comunitários de ação contra as cheias, devidamente capacitados, resultam em um engrandecimento comunitário na aprendizagem para resiliência (McEwen *et al.*, 2018).

A resiliência comunitária também desempenha um papel relevante no enfrentamento às inundações. De acordo com Zhong *et al.* (2020), diferentes tipos de assentamentos humanos sofrerão diferentes perdas em decorrência dos mesmos perigos. Fatores como o status socioeconômico, acesso à informação e comunicação, capacidade de organização e de reorganização podem fazer a diferença no aumento da resiliência. Como as comunidades variam em densidade e heterogeneidade, os recursos necessários bem como as situações de emergência que venham a ser enfrentadas serão diferentes.

Assim, o processo de aprendizagem social para resiliência deve buscar (1) criar uma mudança na compreensão dos eventos por parte dos indivíduos envolvidos, (2) que essa mudança extrapole o indivíduo e atinja unidades sociais/comunidades e que (3) ocorra através de interações e processos sociais entre distintos atores da sociedade. A aprendizagem social voltada às inundações é favorecida pela educação socioambiental, a qual propõe um pensamento crítico e holístico e a capacidade de imaginar cenários futuros e tomar decisões colaborativas (McEwen *et al.*, 2018).

3.1.3.6 Abordagem multinível

Os Países Baixos, cujo território encontra-se parcialmente abaixo do nível do mar, possuem uma abordagem de segurança hídrica multinível que inclui medidas de prevenção, proteção e respostas de preparação através da colaboração entre autoridades locais, regionais e nacionais, conselho de águas, bem como institutos de pesquisa e desenvolvimento de projetos. Esta atuação conjunta entre distintos atores de entidades públicas e privadas permite o desenvolvimento de um plano de gerenciamento de risco de inundação, que busca criar um ambiente urbano mais resiliente, minimizando os danos físicos e sociais dos eventos de inundação (Gersonius *et al.*, 2011).

Zevenbergen *et al.* (2008) reforçam a necessidade de um planejamento urbano multinível. No contexto de sistemas adaptativos complexos (zonas urbanas sujeitas a inundações), as cidades devem ser representadas como sistemas interativos multiníveis, indo de um nível espacial inferior dos sistemas interativos da própria cidade (edificações, malha viária, drenagem, ambiente socioeconômico) a um nível superior, a bacia hidrográfica.

3.1.3.7 Educação ambiental para a construção de resiliência

O conhecimento dos aspectos objetivos das inundações, tais como a probabilidade de ocorrência e áreas potencialmente atingidas, são essenciais para uma gestão de risco de inundações eficaz. No entanto, aspectos subjetivos também influenciam o julgamento dos riscos objetivos. Conforme Wang *et al.* (2018), a percepção do risco de inundação pelos indivíduos deve ser considerada para a tomada de decisões políticas voltadas à gestão do risco de inundação. Dessa forma, o poder público deve implementar medidas educacionais para aumentar a percepção do risco de inundação por parte das pessoas, o que resultará numa maior conscientização e eficácia quanto aos comportamentos de resposta à prevenção do risco de inundação.

Segundo Miguez *et al.* (2018), um sistema resiliente deve estar preparado para eventos futuros, com perspectivas de curto e longo prazos. Assim, muitas das questões relativas à resiliência devem considerar o aumento da consciência sobre o assunto. Em uma cidade resiliente às inundações, as autoridades locais e a população devem compreender os riscos que terão que enfrentar, o que pode ser alcançado através do desenvolvimento de processos de informação local e compartilhada.

Além da educação para o aumento da percepção dos riscos das inundações, Wang *et al.* (2018) demonstraram que a experiência recente em inundações aumenta o conhecimento sobre inundações, otimizando o desempenho na mitigação de futuros eventos. A frequência de enfrentamento às inundações também apresenta uma relação direta, pois aqueles com maior experiência possuem mais conhecimento e compreensão do histórico de inundações, estando mais propensos a buscar informações sobre inundações e a adotar medidas de proteção.

3.1.4 Projeções do IPCC e implicações para eventos hidrológicos extremos

O IPCC, criado em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), elabora relatórios científicos que subsidiam políticas de enfrentamento às mudanças climáticas. Seus estudos demonstram que o aquecimento global, agravado pelas atividades humanas desde a Revolução Industrial, vem ocorrendo a uma taxa sem precedentes nos últimos séculos.

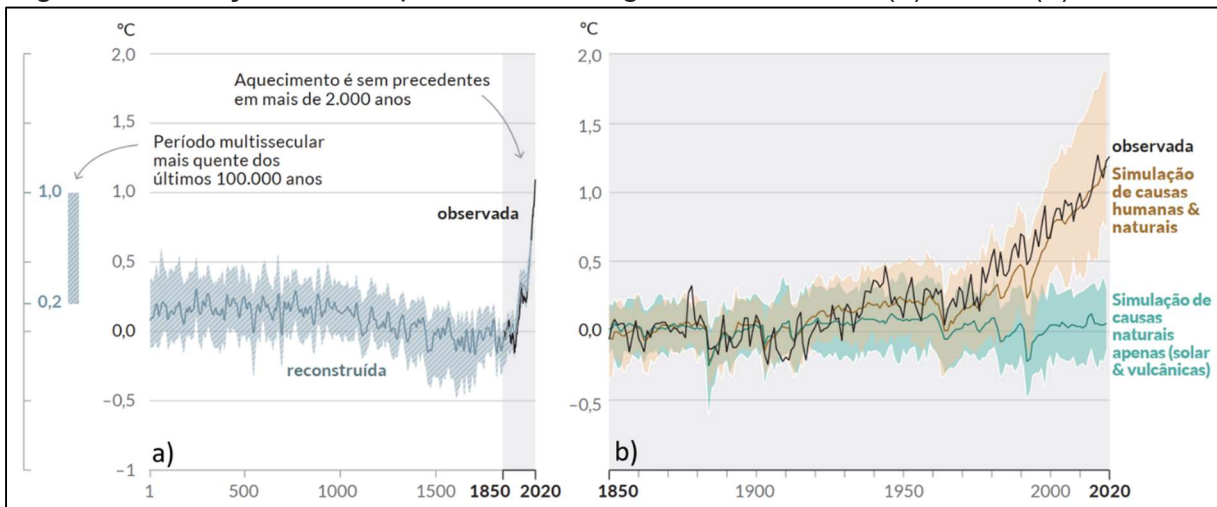
O *Relatório Especial sobre o Aquecimento Global de 1,5 °C* (IPCC, 2019) apontou que a temperatura média global já havia aumentado em cerca de 1 °C e estimou que superaria 1,5 °C entre 2030 e 2050, ampliando a frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e ondas de calor, especialmente nos trópicos. As projeções indicavam que limitar o aquecimento a 1,5 °C reduziria significativamente os riscos associados à água e às inundações. Conforme Copernicus (2025), o ano de 2024 já superou o limiar de 1,5°C.

No contexto local, abordagens em educação e informação podem acelerar as mudanças de comportamento na busca pela adaptação às mudanças climáticas, uma vez que a aceitabilidade pública é fundamental para a implementação das políticas públicas locais (IPCC, 2019).

O relatório *Mudança do Clima e Terra* (IPCC, 2020) relaciona a degradação dos solos e o desmatamento à intensificação dos eventos de inundação. A erosão e o assoreamento reduzem a capacidade de drenagem dos rios, aumentando o extravasamento das águas. Assim, o relatório recomenda o manejo sustentável do uso do solo, o reflorestamento e a conservação de ecossistemas como estratégias de mitigação e adaptação.

O relatório *Mudança do Clima 2021: A Base Científica* (IPCC, 2021) traz diagnósticos quanto ao aumento da temperatura média global e prognósticos quanto ao aumento dos índices de precipitação. Conforme o documento, o aquecimento global causado pelo homem nos últimos 170 anos ocorre numa taxa sem precedentes dentro de um intervalo de no mínimo 2.000 anos. Além de fazer com que os eventos de precipitação intensa se acentuem e se tornem mais frequentes, há também o aumento de secas agrícolas e ecológicas devido ao aumento da evapotranspiração terrestre. A figura 3 apresenta a variação da temperatura média global nos últimos 2 milênios, com destaque às mudanças bruscas observadas nos últimos 170 anos (1850-2020).

Figura 3 - Variações na temperatura média global nos últimos (a) 2 mil e (b) 170 anos.

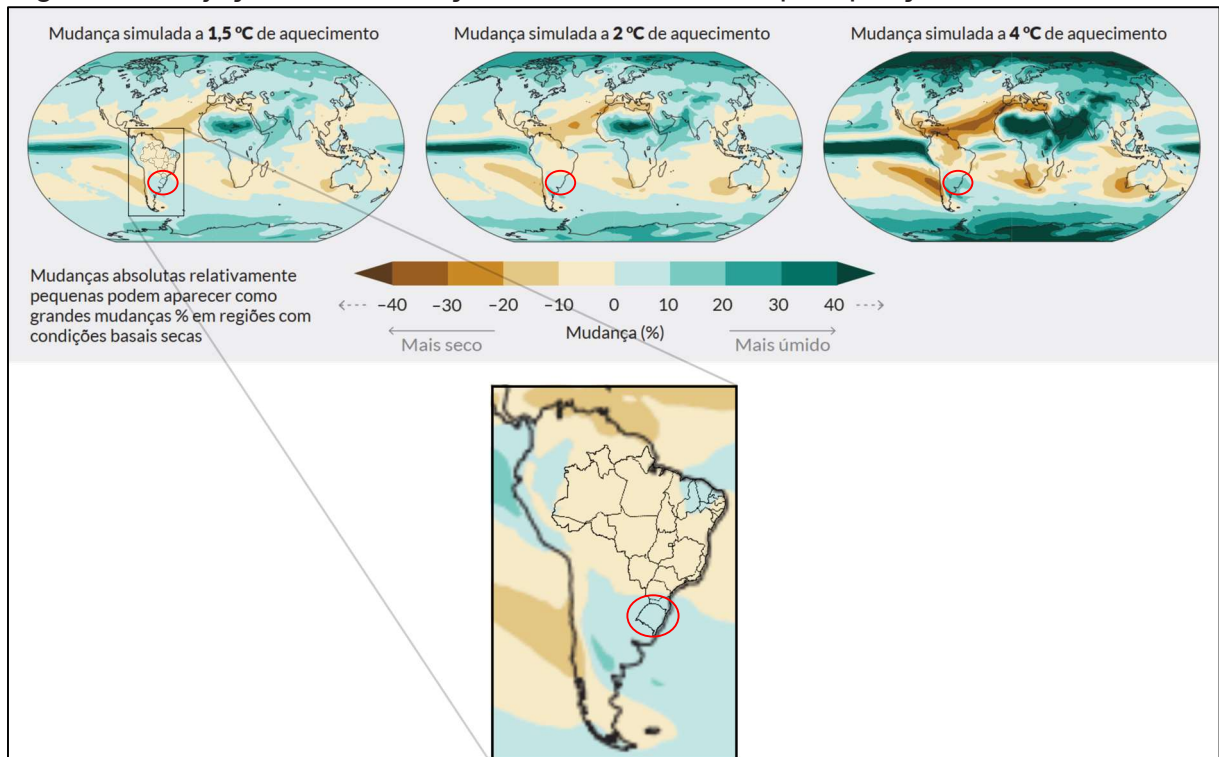


Fonte: Adaptado de IPCC (2021).

O gráfico da esquerda (3a) ilustra as variações na temperatura da superfície global reconstruídas a partir de registros paleoclimáticos (linha cinza, 1–1850) e de observações diretas (linha preta, 1850–2020), demonstrando um aumento abrupto da temperatura média global a partir do período que marca a Revolução Industrial. Já o gráfico da direita (3b) ilustra as mudanças na temperatura observadas nos últimos 170 anos (linha preta, 1850–2020) comparadas com simulações de modelos climáticos para agentes causadores antrópicos e naturais (linha marrom) e somente naturais (atividades solares e vulcânicas - linha verde). Percebe-se que, sem a intervenção do homem, manteriam-se as tendências de variação da temperatura média do planeta dos últimos dois mil anos, não ultrapassando a faixa dos +0,5 °C a -0,5 °C, sem a ocorrência de variações abruptas.

Já a figura 4 ilustra três distintos cenários de aquecimento global e a consequente variação na média anual da precipitação, sendo o primeiro cenário (aumento de 1,5 °C) o mais provável, à época, para o período entre 2032 e 2050 (IPCC, 2021). Observa-se que em todos os cenários de aumento da temperatura média global (1,5 °C, 2 °C e 4 °C), o estado do RS terá um aumento na média anual de precipitação.

Figura 4 - Projeções de mudanças na média anual de precipitação.

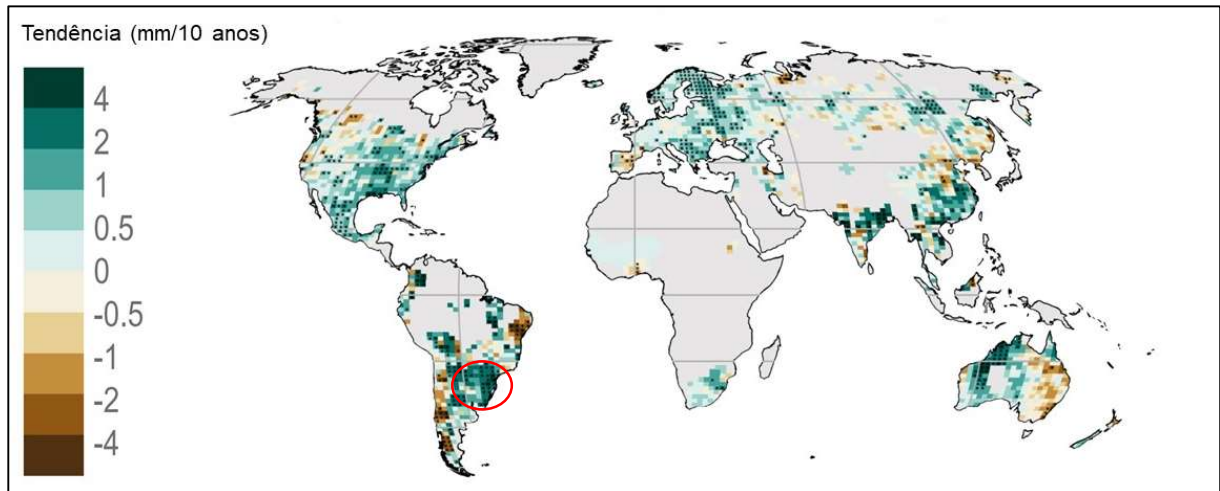


Fonte: Adaptado de IPCC (2021).

De modo geral, o aquecimento global intensificará ainda mais o ciclo da água, incluindo sua variabilidade e severidade dos eventos de chuva e seca. “Um clima mais quente intensificará as estações do ano e os eventos de tempo e clima muito úmidos e muito secos, com impactos em enchentes ou secas” (IPCC, 2021, p. 22).

O relatório *Mudanças Climáticas 2022 — Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* (IPCC, 2022a) evidencia que o ciclo hidrológico global vem se intensificando devido às mudanças climáticas de origem antrópica, ampliando as vulnerabilidades associadas à água e a ocorrência de eventos extremos. Desde a década de 1970, 44% dos desastres registrados foram inundações, responsáveis por cerca de 31% das perdas econômicas globais. O IPCC projeta que, em um cenário de aquecimento de 4 °C, os danos diretos por inundações poderão ser até cinco vezes maiores do que em um cenário de 1,5 °C, pois uma atmosfera mais quente retém mais umidade, intensificando as chuvas extremas. Limitar o aquecimento global a 1,5 °C reduziria significativamente os riscos hídricos em todas as regiões do planeta. A figura 5 demonstra o aumento da intensidade das precipitações máximas anuais com duração de um dia, especialmente no sul da América do Sul.

Figura 5 - Variação na intensidade das maiores precipitações de um dia no período de 1950 a 2018.



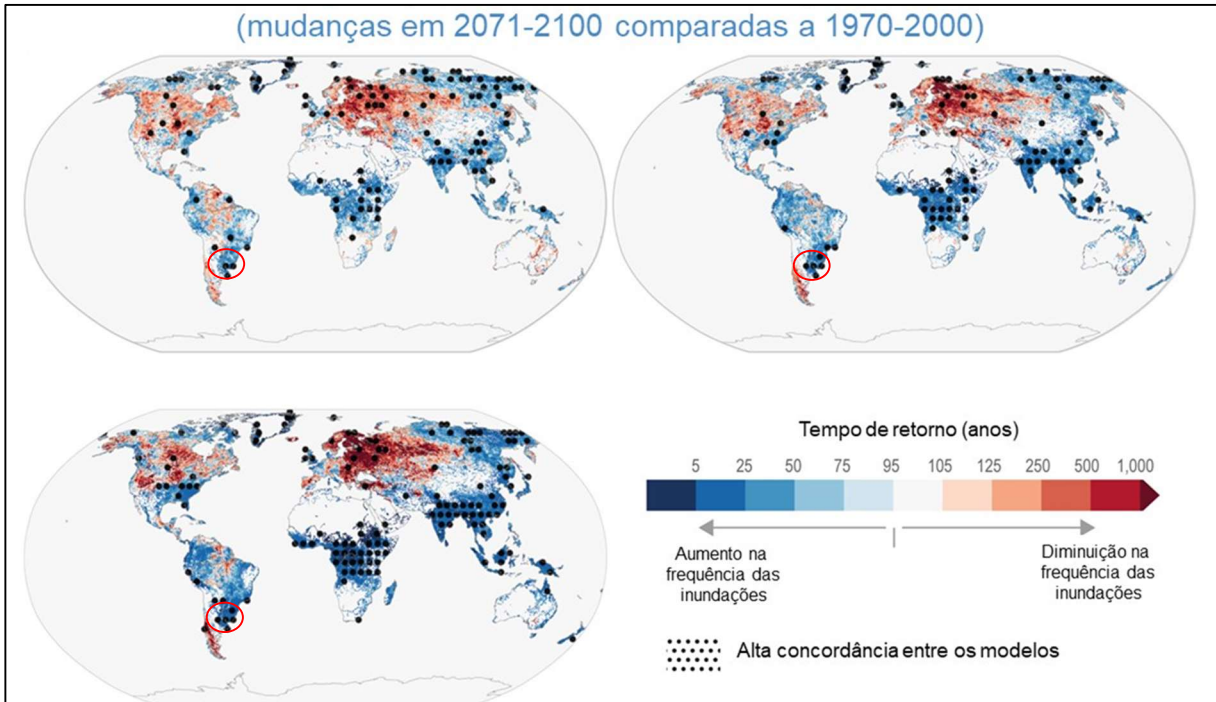
Fonte: Adaptado de IPCC (2022a).

Somado ao impacto climático, as intervenções humanas também contribuem para as mudanças do ciclo hidrológico nas bacias hidrográficas. Aproximadamente 75% das mudanças são causados pelas alterações climáticas, enquanto 25% pelas ações antrópicas diretas no fluxo dos rios. Fatores como o aumento da urbanização e o crescimento populacional são responsáveis diretamente por maiores riscos de inundação. Ou seja, a expansão urbana mal planejada é o principal fator responsável pelo aumento da exposição das populações ao risco de inundação, sendo as mudanças climáticas antropogênicas responsáveis pelo aumento da frequência e magnitude destes eventos (IPCC, 2022a).

Neste contexto, investir na adaptação e mitigação para redução do risco de desastres é fundamental para a justiça climática e o desenvolvimento resiliente ao clima, uma vez que a redução do risco de desastres e a mitigação/adaptação às mudanças climáticas são dois lados da mesma moeda, não podendo haver desenvolvimento sustentável sem redução de risco de desastres (IPCC, 2022a).

A figura 6 ilustra a projeção das alterações nas frequências das inundações fluviais. Cada mapa mundi representa os resultados de um modelo específico para as alterações previstas entre os anos de 2071-2100 comparados aos eventos ocorridos entre 1970-2000. Verifica-se em todos os modelos aplicados que o estado do RS terá um aumento na frequência das inundações.

Figura 6 - Projeções das alterações nas frequências das inundações fluviais.
(mudanças em 2071-2100 comparadas a 1970-2000)



Fonte: Adaptado de IPCC (2022a).

O relatório *Mudanças Climáticas 2022 — Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* (IPCC, 2022a) também enfatiza a importância das soluções baseadas na natureza (SBN) como estratégias eficazes de adaptação e mitigação dos riscos de inundações, sobretudo diante da crescente insegurança hídrica. A infraestrutura verde e azul — matas ciliares e banhados, p. ex. — contribui para regular o fluxo das águas, melhorar sua qualidade e controlar a erosão, sendo essencial à resiliência urbana e à gestão das águas pluviais. Embora as medidas estruturais (diques, barragens, comportas) sejam amplamente utilizadas, elas podem criar uma falsa sensação de segurança, reduzindo a percepção do risco. Já as medidas não estruturais, como capacitação, informação e conscientização comunitária, fortalecem a cultura de prevenção e estimulam políticas públicas voltadas à adaptação climática.

Como resultado destas ações, as comunidades com maior conscientização e conhecimento sobre inundações provavelmente elegerão líderes políticos que atuarão na busca pela adaptação e proteção contra as inundações. “Considerar os impactos e riscos das mudanças climáticas no design e planejamento de assentamentos e infraestrutura urbanos e rurais é essencial para a resiliência e melhoria do bem-estar humano” (IPCC, 2022a, p. 2, tradução nossa).

O *Resumo para Formuladores de Políticas* (IPCC, 2022b) evidencia que a

gestão dos impactos climáticos torna-se cada vez mais complexa diante da ocorrência simultânea e interligada de diferentes eventos extremos, gerando riscos compostos e em cascata. O relatório afirma ser inequívoca a perturbação dos sistemas humanos e naturais pelas mudanças climáticas e adverte que os padrões atuais de desenvolvimento comprometem a construção de um futuro resiliente. Ressalta ainda que as ações adotadas nesta década serão decisivas para definir o grau de resiliência global, alertando que as perspectivas de adaptação diminuem rapidamente se as emissões de gases de efeito estufa não forem reduzidas e o aquecimento global ultrapassar 1,5 °C no curto prazo (IPCC, 2022b).

3.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A EA marca a transição histórica do questionamento dos modelos sociais dominantes para o surgimento de uma nova sociedade, pautada pelos valores da democracia e do ambientalismo (Alencastro; Souza-Lima, 2015), carregando uma enorme responsabilidade e, talvez, um dos mais importantes compromissos da humanidade para a preservação da vida na terra: uma mudança da consciência coletiva global em prol da sustentabilidade.

Tendo como objetivo geral a formação de cidadãos ativos, que saibam identificar os problemas socioambientais e participar de sua solução e prevenção, a EA deve estar presente em todos os espaços de convivência: além das escolas, devem alcançar as ruas, as casas, as associações de bairro, o ambiente de trabalho, as praças, os parques e qualquer outro ambiente compartilhado pela comunidade (Moura-Fé *et al.*, 2017). Adquirindo maior sensibilidade e conhecimentos sobre a interdependência entre os meios natural e humano, as pessoas se tornarão mais responsáveis, construindo modos de vida harmonizados com o meio ambiente e, conseqüentemente, resultando em maior qualidade de vida às presentes e futuras gerações.

3.2.1 Origens do conceito de educação ambiental

A Conferência de Estocolmo em 1972 foi responsável pela projeção da temática da EA na agenda internacional. Conforme o princípio 19 da conferência:

Princípio 19 – É essencial a educação em questões ambientais para a geração mais jovem, bem como para os adultos, dando a devida consideração aos menos privilegiados, visando ampliar a base para uma opinião esclarecida e conduta responsável pelos indivíduos, empresas e comunidades na proteção e melhoria do meio ambiente em sua plena dimensão humana [...] (ONU, 1973, p. 5, tradução nossa).

O evento também estabeleceu como meta a implantação de um programa internacional em EA, que seria criado três anos mais tarde.

No ano de 1975, em Belgrado, Iugoslávia, a UNESCO e o PNUMA promoveram o primeiro evento internacional sobre EA, o Encontro Internacional sobre Educação Ambiental em Belgrado (Conferência de Belgrado). O principal documento elaborado — a *Carta de Belgrado* — destaca a necessidade de uma nova ética global quanto ao uso dos recursos naturais, trazendo algumas ideias norteadoras de mudanças que devem ocorrer para a efetivação de um novo conceito de desenvolvimento, que busque o fim das desigualdades sociais, o atendimento às necessidades básicas e a promoção do bem-estar de todos, resultando numa harmonia entre a humanidade e o meio ambiente. Para que essas mudanças sejam atingidas a nível global:

[...] milhões de indivíduos deverão ajustar as suas próprias prioridades e assumir uma ética global individualizada, refletindo no seu comportamento o compromisso para a melhoria da qualidade do meio ambiente e da vida de todas as pessoas (UNESCO, 1975, p. 2).

O documento destaca que uma reforma nos processos e sistemas educacionais é a chave para o surgimento de uma nova ética de desenvolvimento. Ainda, informa que o papel de governantes e planejadores através da implantação de novas abordagens de desenvolvimento pode até melhorar as condições do mundo, mas com efetividade de curto prazo, caso a juventude não receba um novo tipo de educação. “Isto vai requerer um novo e produtivo relacionamento entre estudantes e professores, entre a escola e a comunidade, entre o sistema educacional e a sociedade” (UNESCO, 1975, p. 2). O quadro 4 traz os objetivos, enquanto o quadro 5, os princípios orientadores da EA estabelecidos na *Carta de Belgrado*.

Quadro 4 - Objetivos da EA estabelecidos na Carta de Belgrado.

| | |
|--------------------------------|---|
| Consciência | Ajudar indivíduos e grupos sociais a adquirir consciência e sensibilidade em relação ao meio ambiente e seus problemas associados. |
| Conhecimento | Ajudar indivíduos e grupos sociais a adquirir uma compreensão básica do meio ambiente, dos problemas associados e da presença e do papel criticamente responsável da humanidade. |
| Atitude | Ajudar indivíduos e grupos sociais a adquirir valores sociais, fortes sentimentos de preocupação pelo meio ambiente e a motivação para participar ativamente na sua proteção e melhoria. |
| Habilidades | Ajudar indivíduos e grupos sociais a adquirir habilidades para resolver problemas ambientais. |
| Capacidade de avaliação | Ajudar indivíduos e grupos sociais a avaliar medidas ambientais e programas educacionais em termos de fatores ecológicos, políticos, econômicos, sociais, estéticos e educacionais. |
| Participação | Ajudar indivíduos e grupos sociais a desenvolver um senso de responsabilidade e urgência em relação aos problemas ambientais para garantir ações apropriadas para resolver esses problemas. |

Fonte: UNESCO (1975).

Quadro 5 - Princípios da EA estabelecidos na Carta de Belgrado.

| | |
|----------|---|
| 1 | A EA deve considerar o ambiente em sua totalidade - natural e antrópico, ecológico, político, econômico, tecnológico, social, legislativo, cultural e estético. |
| 2 | A EA deve ser um processo contínuo e permanente, tanto dentro quanto fora da escola. |
| 3 | A EA deve conter uma abordagem interdisciplinar. |
| 4 | A EA deve enfatizar a participação ativa na prevenção e solução dos problemas ambientais. |
| 5 | A EA deve examinar as principais questões ambientais do ponto de vista mundial, considerando as diferenças regionais. |
| 6 | A EA deve focar nos atuais e futuros cenários ambientais. |
| 7 | A EA deve examinar todo o desenvolvimento e crescimento do ponto de vista ambiental. |
| 8 | A EA deve promover o valor e a necessidade da cooperação em nível local, nacional e internacional na solução dos problemas ambientais. |

Fonte: UNESCO (1975).

Dois anos mais tarde, em 1977, foi realizada a Primeira Conferência Intergovernamental sobre EA, conhecida como a Conferência de Tbilisi (Geórgia, antiga União Soviética). O evento, organizado pela UNESCO e pelo PNUMA, deu continuidade à Conferência de Estocolmo (1972), enfatizando o papel da educação.

A conferência desempenhou uma enorme contribuição através da construção dos conceitos, objetivos e características da EA, que até então tratava-se somente de um objetivo a ser alcançado, mas sem um arcabouço teórico estabelecido.

O evento destacou o papel da interdisciplinariedade por meio da cooperação entre as disciplinas tradicionais, que se torna indispensável para que se possa perceber a complexidade dos problemas ambientais e encontrar soluções, ou seja, uma EA que não somente sensibilize, mas também modifique as atitudes e proporcione novos conhecimentos. Essa educação deve ser permanente e estar aberta a todos, aplicada a todos os níveis de educação, tanto escolar quanto extraescolar. Assim, poderá desempenhar um papel essencial na prevenção e resolução dos problemas ambientais.

Até então, os sistemas de educação voltavam-se somente aos aspectos biofísicos, de forma abstrata e desligada da realidade do entorno do ambiente de ensino. Esta abordagem do meio ambiente restrita aos aspectos naturais deixava de considerar as interações entre os distintos elementos bem como a contribuição das ciências sociais para a compreensão e melhoria do ambiente humano. Os aspectos biológicos e físicos constituem a base natural do ambiente humano, mas são as dimensões socioculturais e econômicas que definem as orientações e instrumentos conceituais e técnicos com os quais o homem poderá compreender e utilizar melhor os recursos naturais para satisfazer suas necessidades (UNESCO, 1980).

Também foi abordada a necessidade de adaptação das finalidades da EA à realidade econômica, social, cultural e ecológica de cada sociedade. Considerando que um dos principais objetivos da EA é fazer com que o ser humano compreenda as interações do meio ambiente nos seus aspectos biológicos, físicos, sociais e culturais, percebendo a interdependência destes diversos elementos no espaço e no tempo e, portanto, visando promover a utilização mais sustentável dos recursos naturais, é imprescindível que se compreenda a importância do meio ambiente nas atividades de desenvolvimento econômico, social e cultural. Neste contexto, a EA deve demonstrar as interdependências econômicas, políticas e ecológicas do mundo moderno, em que as decisões de todos os países podem ter consequências de alcance internacional.

3.2.2 Correntes da educação ambiental

Por seu caráter transversal e interdisciplinar, a EA apresenta diferentes maneiras de pensamento e de prática da ação educativa. O quadro 6 resume as quinze correntes teórico-práticas da EA propostas por Sauvé (2005b), adaptadas com base em Alencastro e Souza-Lima (2015).

Quadro 6 – Correntes teórico-práticas da EA segundo Sauvé (2005b).

| Corrente | Concepção de Meio Ambiente | Enfoque e Objetivo |
|-------------------------|----------------------------|--|
| Naturalista | Natureza | <u>Enfoque educativo</u> : cognitivo (aprender com coisas sobre a natureza), experiencial (ver na natureza e aprender com ela), afetivo, espiritual ou artístico (associando a criatividade humana   da natureza). <u>Objetivo</u> : reconstruir uma liga o com a natureza. |
| Conservacionista | Recurso | <u>Enfoque educativo</u> : consciência ambiental para a conserva o dos recursos naturais (tanto na qualidade quanto na quantidade). <u>Objetivo</u> : adotar comportamentos conservacionistas e desenvolver habilidades de gestão ambiental. |
| Resolutiva | Problema | <u>Enfoque educativo</u> : informar ou estimular as pessoas a se conscientizarem sobre os problemas ambientais. <u>Objetivo</u> : desenvolver habilidades de resolu o dos problemas ambientais (do diagnóstico   a  o). |
| Sist mica | Sistema | <u>Enfoque educativo</u> : compreender a realidade das problemáticas ambientais através de uma análise sist mica, permitindo identificar os diferentes componentes de um sistema ambiental e as rela oes existentes entre eles. <u>Objetivo</u> : desenvolver o pensamento sist mico para a compreensão das realidades ambientais e assim otimizar a tomada de decisão. |
| Científica | Objeto de estudos | <u>Enfoque educativo</u> : procedimentos científicos e os problemas ambientais nos quais a observa o   sustentada pela experimenta o. <u>Objetivo</u> : adquirir conhecimentos em ciências ambientais (interdisciplinar) para desenvolver habilidades relativas ao processo de experimenta o científica. |
| Humanista | Meio de vida | <u>Enfoque educativo</u> : enfatiza a dimensão humana do meio |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| | | <p>ambiente através do cruzamento entre natureza e cultura, considerando suas dimensões históricas, culturais, políticas, econômicas, estéticas etc.</p> <p><u>Objetivo:</u> promover o conhecimento sobre as interações entre cultura e meio ambiente (com ênfase à paisagem e às atividades humanas – leitura da paisagem, por ex.). Desenvolver um sentimento de pertencimento.</p> |
| Moral/Ética | Objeto de valores | <p><u>Enfoque educativo:</u> o desenvolvimento dos valores ambientais a partir de aspectos cognitivos, afetivos e morais.</p> <p><u>Objetivo:</u> desenvolvimento de um sistema ético que considere as relações com o meio ambiente e que sirva de base para condutas desejáveis sob o ponto de vista social e ambiental.</p> |
| Holística | Total/ Todo/ O Ser | <p><u>Enfoque educativo:</u> cunho predominantemente analítico e racional das realidades ambientais e dos problemas atuais.</p> <p><u>Objetivo:</u> desenvolvimento das múltiplas dimensões do “ser” (a pessoa) nas suas interações com o conjunto de dimensões do meio ambiente, trabalhando a aprendizagem e o comprometimento com a natureza e demais seres.</p> |
| Biorregionalista | Lugar de pertença/ Projeto comunitário | <p><u>Enfoque educativo:</u> desenvolvimento de uma relação com o meio local ou regional, dotado de um sentimento de identidade entre as comunidades.</p> <p><u>Objetivo:</u> valorizar o sentimento de pertencimento local e/ou regional. Obs.: Nesta abordagem, a escola é um dos principais meios de desenvolvimento social, ambiental, cultural e histórico de uma localidade.</p> |
| Prática | Espaço de ação/ reflexão | <p><u>Enfoque educativo:</u> aprender em, para e pela ação. Pôr-se imediatamente em ação e aprender através do projeto.</p> <p><u>Objetivo:</u> empreender um processo participativo para resolver um problema socioambiental percebido no meio imediato da vida. Desenvolver competências de reflexão.</p> <p>“[...] não se trata de saber tudo antes de passar pela ação, mas de aceitar aprender na ação e de ir reajustando-a. Aprende-se também sobre si mesmo e se aprende a trabalhar em equipe.” (Sauvé, 2005b, p. 30).</p> |
| Crítica-Social | Objeto de transformação | <p><u>Enfoque educativo:</u> analisar as dinâmicas sociais que se encontram na base das realidades e problemáticas ambientais: intenções, posições, argumentos, valores e ações dos protagonistas envolvidos em uma determinada</p> |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| | | situação. <u>Objetivo</u> : desconstruir as realidades socioambientais visando transformar a causa dos problemas. |
| Feminista | Objeto de solicitude | <u>Enfoque educativo</u> : análise e denúncia das relações de poder dentro dos grupos sociais, com ênfase nas relações de poder que os homens ainda exercem sobre as mulheres, em certos contextos, e na necessidade de integrar as perspectivas e os valores feministas aos modos de governo, de produção, de consumo e de organização social. <u>Objetivo</u> : o fim de todas as formas de opressão e dominação para restabelecer relações harmônicas com a natureza. Integrar os valores feministas à relação com o MA. |
| Etnográfica | Território/ Lugar de identidade | <u>Enfoque educativo</u> : o caráter cultural da relação com o MA. A EA não deve impor uma visão de mundo; é preciso levar em conta a cultura de referência das populações envolvidas. A EA deve se afastar do etnocentrismo, que geralmente toma como referência as categorias de pensamento das comunidades ocidentais. <u>Objetivo</u> : efetivar práticas de EA de acordo com a realidade cultural de cada grupo. |
| Eco-educação | Polo de interação para a formação pessoal | <u>Enfoque educativo</u> : não se ocupa em resolver problemas, mas em aproveitar a relação com o meio ambiente como um espaço de desenvolvimento pessoal. <u>Objetivo</u> : desenvol. pessoal para um atuar significativo e responsável. Construir sua relação com o mundo, com outros seres vivos. |
| Sustentabilidade | Recursos para desenvolv. econômico/ Recursos compartilhados | <u>Enfoque educativo</u> : princípios do DS: aprender a utilizar racionalmente os recursos de hoje para que haja suficientemente para todos e se possa assegurar as necessidades do amanhã. <u>Objetivo</u> : adotar estratégias para transformar os modelos de produção e consumo da sociedade, proporcionando inform. sobre modos de produção, impactos ambientais, custos de publicidade etc., visando desenvolver nos consumidores capacidades de escolha entre diferentes opções. |

Fonte: Adaptado de Sauvé (2005b) e Alencastro e Souza-Lima (2015).

3.2.3 A educação ambiental como política pública

A EA no cenário contemporâneo não se limita à área pedagógica, atingindo o âmbito das políticas públicas em todas as esferas — internacional, nacional, regional, local — e assumindo papel estratégico na formulação, implementação e aceitação pública de ações voltadas à sustentabilidade e à prevenção de riscos e desastres naturais, o que dialoga diretamente com temas como planejamento urbano, ordenamento territorial, gestão de recursos hídricos e redução de desigualdades socioambientais, fortalecendo sua dimensão prática e transformadora. Assim, a EA passa a ser compreendida como um instrumento de atuação do Estado, articulando diretrizes globais às realidades locais.

No contexto brasileiro, a EA encontra respaldo jurídico e institucional que a reconhece como um direito e um dever coletivo, incumbindo ao poder público promovê-la em todos os níveis de ensino (incluindo práticas não formais), visando a conscientização pública para a preservação do meio ambiente através de um processo contínuo, integrado e interdisciplinar de formação de cidadãos críticos e participativos.

Nesse contexto, a EA passa a assumir papel fundamental na mediação entre conhecimento técnico e científico, políticas públicas e participação social. Ao promover o entendimento dos processos naturais e das dinâmicas socioambientais, a EA contribui para a construção de uma cidadania ambientalmente informada, capaz de compreender riscos, reconhecer vulnerabilidades e participar ativamente da formulação de soluções coletivas, fortalecendo sua capacidade de atuar de forma preventiva e estruturante frente aos desafios climáticos.

3.2.4 Legislação brasileira relacionada à educação ambiental

O Brasil possui extensa legislação que fomenta a implementação de projetos de educação socioambiental com ênfase às problemáticas enfrentadas no território dos alunos.

A Lei Federal N° 9.394/1996, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), traz no artigo 3º quatorze princípios pelos quais a educação deve ser exercida, sendo que dois destes possuem estreita relação com a aplicação

da educação socioambiental para a construção de resiliência às inundações:

X - valorização da experiência extraescolar;
 XI - vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais (Brasil, 1996, art. 3º).

Dessa forma, o conhecimento extraclasse adquirido pelos jovens pode constituir uma ferramenta de compartilhamento e construção de conhecimentos a partir do contexto social de cada aluno, permitindo o fortalecimento da força comunitária como estratégia de ação nas etapas de prevenção de riscos e remediação dos danos causados pelas inundações.

Além disso, o artigo 32 da mesma lei, que trata do ensino fundamental, traz no inciso II o seguinte objetivo na busca pela formação básica do cidadão:

II - a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade (Brasil, 1996, art. 32).

Assim, é evidente que a LDB, através de seus princípios norteadores da educação nacional e na busca pela formação de cidadãos que possuam compreensão do ambiente natural e social, fomenta a criação de estratégias de educação socioambiental.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), aponta a necessidade do desenvolvimento de dez competências gerais aos estudantes para a construção de conhecimentos, desenvolvimento de habilidades e a formação de atitudes e valores (Brasil, 2017). Dentre elas, destaca-se a de número 7:

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2017, p. 9).

O documento também aponta a necessidade de que os conteúdos dos componentes curriculares sejam representados e conectados à realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas. Relacionando-se ao ensino das

Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental, em que se busca o reconhecimento das relações que ocorrem na natureza, evidenciando a participação do ser humano como elemento modificador do ambiente, e buscando incentivar a adoção de alternativas individuais e coletivas pautadas na sustentabilidade socioambiental, o ensino básico deverá “promover e incentivar uma convivência em maior sintonia com o ambiente, por meio do uso inteligente e responsável dos recursos naturais, para que estes se recomponham no presente e se mantenham no futuro” (Brasil, 2017, p. 327).

Assim, a implementação da EA voltada à resiliência socioecológica encontra fundamento na BNCC. Através do planejamento pedagógico aliado à construção de conhecimentos interdisciplinares, o Ensino Básico municipal pode se tornar um propulsor na criação de resiliência às inundações.

A Lei Nº 13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE), tem como uma de suas diretrizes “a promoção dos princípios do respeito aos direitos humanos, à diversidade e à sustentabilidade socioambiental” (Brasil, 2014).

O documento apresenta um anexo com 20 metas e respectivas estratégias para o cumprimento das metas. A Meta nº 2, que busca “universalizar o ensino fundamental de 9 (nove) anos para toda a população de 6 (seis) a 14 (quatorze) anos” tem como uma das suas treze estratégias:

2.6) desenvolver tecnologias pedagógicas que combinem, de maneira articulada, a organização do tempo e das atividades didáticas entre a escola e o ambiente comunitário [...] (Brasil, 2014, p. 6).

Assim, a efetivação da estratégia 2.6 do PNE é possível através de tecnologias sociais que atuem como ferramentas estratégicas de EBL.

A Lei Nº 9.795/1999 (Brasil, 1999), a qual institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), traz nos artigos 1º e 2º a definição e a importância da EA como componente essencial e permanente da educação nacional:

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, 1999, art. 1º e 2º).

A PNEA, buscando transformar a forma como os cidadãos pensam e agem em relação ao meio ambiente por meio de práticas educativas integradas e contínuas, contribui à efetivação do artigo 225, Capítulo VI (DO MEIO AMBIENTE) da Constituição Federal de 1988:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:
VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Brasil, 1988, art. 225).

Assim, a PNEA estabelece diretrizes para que o poder público implemente a EA em todos os níveis de ensino e promova uma cultura de preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

O artigo 4º da PNEA apresenta os princípios básicos da EA. Dentre os oito incisos arrolados, cinco deles fundamentam a criação de tecnologias sociais de EBL:

Art. 4º São princípios básicos da educação ambiental:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;

[...]

V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

[...]

VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais (Brasil, 1999, art. 4º).

Já dentre os objetivos fundamentais da EA, destacam-se os três primeiros incisos do art 5º:

Art. 5º São objetivos fundamentais da educação ambiental:

I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

II - a garantia de democratização das informações ambientais;

III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social (Brasil, 1999, art. 5º).

Entende-se também que a proposta de uma tecnologia social de EBL atenderá ao previsto no art. 8º, § 3º e respectivos incisos:

Art. 8º As atividades vinculadas à Política Nacional de Educação Ambiental devem ser desenvolvidas na educação em geral e na educação escolar, por meio das seguintes linhas de atuação inter-relacionadas:

I - capacitação de recursos humanos;

II - desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações;

III - produção e divulgação de material educativo;

IV - acompanhamento e avaliação.

§ 3º As ações de estudos, pesquisas e experimentações voltar-se-ão para:

I - o desenvolvimento de instrumentos e metodologias, visando à incorporação da dimensão ambiental, de forma interdisciplinar, nos diferentes níveis e modalidades de ensino;

II - a difusão de conhecimentos, tecnologias e informações sobre a questão ambiental;

II-A – o desenvolvimento de instrumentos e de metodologias com vistas a assegurar a efetividade das ações educadoras de prevenção, de mitigação e de adaptação relacionadas às mudanças do clima e aos desastres socioambientais, bem como ao estancamento da perda de biodiversidade; (Incluído pela Lei nº 14.926, de 2024)

III - o desenvolvimento de instrumentos e metodologias, visando à participação dos interessados na formulação e execução de pesquisas relacionadas à problemática ambiental;

IV - a busca de alternativas curriculares e metodológicas de capacitação na área ambiental;

V - o apoio a iniciativas e experiências locais e regionais, incluindo a produção de material educativo;

VI - a montagem de uma rede de banco de dados e imagens, para apoio às ações enumeradas nos incisos I a V (Brasil, 1999, art. 8º).

Os artigos 10 e 13 da PNEA tratam da EA no ensino formal e não-formal, respectivamente.

Art. 10. A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

§ 1º A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino.

Art. 13. Entendem-se por educação ambiental não-formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente (Brasil, 1999, art. 10 e 13).

Dessa forma, diante da inexistência de disciplina específica no currículo do ensino, e que a EA tem como alguns de seus princípios básicos a garantia de continuidade e permanência no processo educativo, é de suma importância a implantação de projetos de EA no ambiente escolar que estejam atrelados a meios de divulgação do conhecimento e produção científica dos educandos às comunidades

pois, conforme verifica-se em um dos objetivos fundamentais da EA incluído na PNEA no ano de 2024 (após os eventos climáticos extremos do RS):

Art. 5º São objetivos fundamentais da educação ambiental: VIII – o estímulo à participação individual e coletiva, inclusive das escolas de todos os níveis de ensino, nas ações de prevenção, de mitigação e de adaptação relacionadas às mudanças do clima e no estancamento da perda de biodiversidade, bem como na educação direcionada à percepção de riscos e de vulnerabilidades a desastres socioambientais; (Incluído pela Lei nº 14.926, de 2024) (Brasil, 1999, art. 5º).

Ainda analisando a PNEA, o art 13-A instituiu a Campanha Junho Verde, a ser celebrada anualmente como parte das atividades da EA não formal. Devendo ser promovida pelos poderes públicos dos diferentes entes da federação em parceria com escolas, universidades, empresas públicas e privadas, igrejas, comércio e entidades da sociedade civil, a campanha proposta busca “desenvolver o entendimento da população acerca da importância da conservação dos ecossistemas naturais e de todos os seres vivos e do controle da poluição e da degradação dos recursos naturais, para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1999, art. 13-A). Conforme o Art. 13-A, § 2º, incisos IX e X, a Campanha Junho Verde deve incluir ações que incentivem:

IX - debate sobre as mudanças climáticas e seus impactos nas cidades e no meio rural, com a participação dos Poderes Legislativos estaduais, distrital e municipais; X - estímulo à formação da consciência ecológica cidadã a respeito de temas ambientais candentes, em uma perspectiva transdisciplinar e social transformadora, pautada pela ética intergeracional (Brasil, 1999, art. 13-A).

A partir de seus princípios, objetivos e demais diretrizes estabelecidas, verifica-se que a PNEA fomenta a implementação de ferramentas pedagógicas para a EA formal e não formal. Através da inserção de instrumentos e metodologias no ambiente educacional básico (formal), pode-se trabalhar na busca pela materialização de alguns dos objetivos da PNEA e das demais leis educacionais brasileiras. Além disso, presume-se que suas ações ultrapassarão o ambiente escolar. Através da realização de atividades distintas das usuais da sala de aula os alunos serão entusiasmados a compartilhar o conhecimento adquirido às suas famílias e círculos sociais, resultando na propagação da EA para resiliência do ambiente formal para o não formal.

A EA direcionada à criação de resiliência às inundações encontra embasamento legal na Lei Nº 12.608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). Conforme o artigo 3º:

Art. 3º A PNPDEC abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil.
Parágrafo único. A PNPDEC deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2012, art. 3º).

Já o artigo 5º elenca os objetivos da PNPDEC, destacando-se os seguintes:

Art. 5º São objetivos da PNPDEC:
VI - estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;
XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;
XIV - orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção (Brasil, 2012, art. 5º).

O desenvolvimento de uma cidade resiliente e sustentável (inciso VI) só é possível quando a população local torna-se conhecedora do ambiente em que vive; assim, estando a sociedade civil e as instituições conscientes e capacitadas para discutirem os impactos socioambientais decorrentes dos desastres naturais (inciso XIII), este conhecimento retroalimentará o sistema político local.

O artigo 9º da PNPDEC reforça a necessidade de políticas que busquem essa mudança cultural e comportamental das populações vulneráveis:

Art. 9º Compete à União, aos Estados e aos Municípios:
I - desenvolver cultura nacional de prevenção de desastres, destinada ao desenvolvimento da consciência nacional acerca dos riscos de desastre no País;
II - estimular comportamentos de prevenção capazes de evitar ou minimizar a ocorrência de desastres (Brasil, 2012, art. 9º).

Por fim, a lei nº 4.293/2005, que institui o Código de Meio Ambiente do Município de Montenegro, define no artigo 3º as competências da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), destacando-se os incisos XXI e XXII:

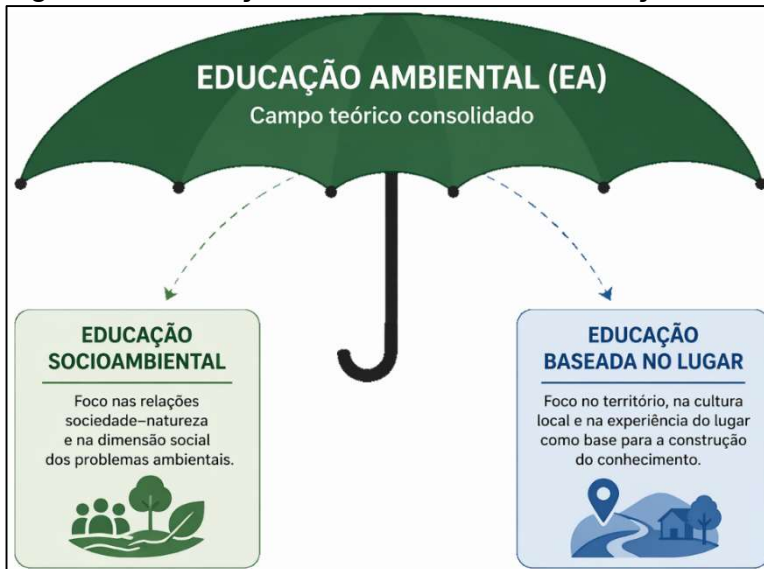
- XXI - propor, implementar e acompanhar, em conjunto com a Secretaria Municipal de Educação e Cultura, os Programas de Educação Ambiental do Município;
- XXII - promover e colaborar em campanhas educativas e na execução de um programa permanente de formação e mobilização para a defesa do Meio Ambiente (Montenegro, 2005, art. 3º).

Assim, a atuação conjunta entre as Secretarias de Educação e Meio Ambiente é fator essencial para que a EA seja implementada de forma eficiente no município.

3.2.5 Educação baseada no lugar

Inúmeras são as abordagens de EA, cada qual fundamentada numa perspectiva epistemológica que as classifica com base nas diferentes dimensões da relação sociedade-natureza. Enquanto as vertentes de EA mais difundidas enfatizam normas e comportamentos generalistas (segregação dos resíduos domésticos, racionamento d'água, plantio de árvores etc.), a educação socioambiental e a EBL enfatizam uma leitura profunda do território, trabalhando na busca por soluções de problemas socioambientais no espaço vivido (figura 7).

Figura 7 – Definição dos conceitos de educação socioambiental e EBL.



Fonte: Autor (2026), com auxílio de IA.

No livro *Educação Baseada no Lugar na Era Global: Diversidade Local (Place-Based Education in the Global Age: Local Diversity)*, Gruenewald e Smith (2008) propõem a utilização do lugar como base para o ensino, utilizando-se das experiências

vividas nos contextos sociais, culturais e ecológicos, tornando o aprendizado mais significativo e conectando os estudantes à sua realidade local.

Para os autores, a EBL é uma abordagem educacional enraizada na comunidade e no território, voltada para o desenvolvimento humano e o bem-estar da vida comunitária. No contexto escolar, utilizando fenômenos locais como base das experiências de aprendizagem, busca formar jovens com habilidades e conhecimentos voltados à compreensão dos processos que sustentam o equilíbrio dos sistemas naturais e sociais fundamentais ao bem-estar humano.

Esta abordagem incentiva a participação ativa de alunos e professores em investigações e ações que promovam a transformação social, incluindo o ambiente natural como parte essencial do processo educativo.

[...] a educação baseada no lugar deve superar o isolamento tradicional da escolarização da vida comunitária. Os muros da escola devem se tornar mais permeáveis, e colaborações locais e estruturas de apoio devem ser construídas e mantidas para que a educação realmente se torne um esforço comunitário maior [...] Ao se conectar e apreciar lugares, crianças e jovens começam a entender e questionar as forças que moldam os lugares; eles desenvolvem uma prontidão para a ação social e, com a orientação adequada de um adulto, as habilidades necessárias para uma participação democrática efetiva (Gruenewald e Smith, 2008, p. XX, tradução nossa).

A proposta defende que o conceito de lugar vai além de sua definição geográfica ou como sinônimo de comunidade, devendo ser entendido como o ponto de encontro entre cultura e ambiente, um princípio pedagógico essencial para superar a separação artificial entre o social e o ecológico. Toda educação é, simultaneamente, cultural e ambiental, pois somos moldados pelas experiências de vida nos lugares que habitamos. Assim, os lugares são vistos como espaços pedagógicos vivos, moldados pelas culturas e que, por sua vez, moldam a experiência humana (Gruenewald e Smith, 2008).

Conhecer o lugar em que se vive é considerado fundamental para uma educação significativa, pois permite a construção de saberes enraizados na realidade local. Ignorar esses lugares é manter uma forma de ignorância sobre as interações que sustentam a vida e a diversidade. Essa abordagem permite levar o aprendizado para além da sala de aula, incorporando os ecossistemas e as paisagens onde a vida acontece (Gruenewald e Smith, 2008).

A partir dessa perspectiva, os autores propõem a pedagogia crítica do lugar,

que integra a reabilitação — o aprendizado de formas de viver de maneira sustentável e equilibrada com o ambiente — com a desconstrução das práticas que reforçam injustiças sociais e ambientais. Assim, conhecer e cuidar dos lugares deixa de ser apenas uma prática pedagógica, tornando-se também um ato político. Envolver os alunos com seus contextos locais transforma a educação em uma ferramenta poderosa para a renovação cultural, a promoção da justiça social e a preservação ecológica.

Para os autores, o ensino voltado a uma perspectiva transformadora deve ser pautado na criação de experiências de aprendizagem ricas, significativas e personalizadas, em ambientes que sejam emocionalmente e fisicamente seguros, ao mesmo tempo em que retêm elementos de risco e aventura; que sejam intelectualmente desafiadores sem serem estressantes e tediosos, utilizando-se experiências diretas em contextos realistas para estimular o aprendizado.

Nesse contexto, o educador assume o papel de facilitador, promovendo situações desafiadoras que estimulam tanto o raciocínio quanto a sensibilidade, incentivando os estudantes a se engajarem ativamente na resolução de problemas reais. Assim, aprender deixa de ser apenas a aquisição de conteúdo e passa a ser um processo contínuo de questionamento, investigação e construção de sentido (Gruenewald e Smith, 2008).

Para isso, é fundamental expandir os limites da sala de aula tradicional e proporcionar vivências autênticas em contextos comunitários. Cabe ao professor guiar os alunos nesse percurso, oferecendo suporte inicial e, gradualmente, transferindo a liderança à medida que eles desenvolvem autonomia, confiança e competência.

Ensinar significa estender a sala de aula para além das quatro paredes da sala de aula e das capas de livros. Significa imergir os alunos em experiências diretas com pessoas e lugares para aprender no contexto de situações comunitárias realistas (Gruenewald e Smith, 2008, p. 9, tradução nossa).

3.2.5.1 Construtivismo e comunidade de aprendizagem

Segundo Gruenewald e Smith (2008), a prática pedagógica baseada no construtivismo propõe que o educador inicie o processo de aprendizagem com maior estrutura e orientação, reduzindo gradualmente sua intervenção à medida que os alunos desenvolvem habilidades, autonomia e compreensão das tarefas — processo

conhecido como *scaffolding* (andaime pedagógico) ou compartilhamento de responsabilidade de liderança. Essa abordagem se alinha à educação experiencial, que valoriza a construção de conhecimento por meio de vivências diretas, reflexão crítica e síntese, promovendo o envolvimento intelectual, emocional e social das crianças. Com isso, os alunos são incentivados a tomar decisões, assumir responsabilidades e resolver problemas reais, em um ambiente onde o risco e a incerteza também fazem parte da aprendizagem.

A EBL reforça esses princípios ao integrar os fenômenos e contextos comunitários, ecológicos e culturais, promovendo a conexão entre escola e comunidade. Nessa perspectiva, os alunos são vistos como produtores de conhecimento, avaliados não apenas por seu desempenho acadêmico, mas também pela contribuição que oferecem ao bem-estar e à sustentabilidade da sociedade.

Os autores também propõem a construção de uma comunidade de aprendizagem, metodologia baseada na cooperação e no diálogo entre os alunos. Considerando que quanto mais sabemos uns sobre os outros, maiores as chances de descobrirmos pontos em comum e desenvolvermos um relacionamento atencioso e preocupado, atividades de compartilhamento pessoal, como trazer um objeto especial de casa, criar placas de nome para as suas mesas e relatar lembranças marcantes do ambiente escolar durante a infância promovem a integração e fortalecem os vínculos entre os alunos. Em suas práticas, os autores revelaram o impacto duradouro destas experiências emocionais, que são muitas vezes mais significativas do que o conteúdo acadêmico formal.

3.2.5.2 Formação docente para a educação baseada no lugar

O ensino conectado à comunidade também redefine o papel tradicional do professor, o qual deixa de ser a única autoridade e passa a integrar uma rede de indivíduos que, junto com os alunos, trabalha por causas comuns (Gruenewald e Smith, 2008).

Formar professores a partir dos princípios da EBL significa prepará-los não apenas para ensinar conteúdos, mas para conectar suas práticas pedagógicas às realidades culturais, ecológicas e sociais das comunidades em que atuam. A formação docente tradicional frequentemente ignora o contexto local, resultando em uma educação desconectada das experiências e necessidades dos alunos e isolada do

contexto imediato da vida comunitária.

Assim, para a formação de educadores conscientes do lugar é necessário capacitá-los a reconhecer o potencial pedagógico do território, da comunidade e do ambiente natural ao seu redor. Professores que desenvolvem essa consciência tendem a criar aulas e conteúdos mais significativos, interdisciplinares e socialmente relevantes, fortalecendo o vínculo entre escola e comunidade, além de promover o engajamento dos estudantes e desenvolver competências voltadas para a cidadania ativa e a sustentabilidade. Nesse sentido, os autores propõem que programas de formação docente incluam experiências de imersão no território, parcerias com atores locais, trabalho de campo e reflexão crítica sobre o papel social do professor, transformando a escola em um espaço vivo e comprometido com o bem comum.

Para os educadores, essa prática representa não apenas um retorno ao contexto real da aprendizagem, mas também uma revitalização profissional, reforçando a importância de conhecer e integrar os recursos da comunidade ao processo educativo. À medida que seus benefícios se tornam mais visíveis, a EBL ganha destaque como estratégia eficaz e transformadora.

Nesse processo, desenvolvem-se habilidades de liderança, respeito e confiança mútua, tornando a relação entre professor e aluno mais fluida e colaborativa.

3.2.5.3 A alienação ambiental e o empobrecimento da experiência humana

As culturas jovens atuais são fortemente baseadas na mercantilização da experiência e no consumo tecnológico, reforçando o individualismo, a alienação da comunidade e dos relacionamentos intergeracionais.

Diante da crescente alienação das crianças em relação ao mundo natural, é necessária uma reintegração profunda do estudo da natureza na educação. Para Gruenewald e Smith (2008) vivemos um fenômeno de extinção da experiência (*extinction of experience*), caracterizado pela perda do contato direto com a natureza, resultado de estilos de vida urbanos, da digitalização da infância e do predomínio de estruturas escolares fechadas. O afastamento da natureza compromete não apenas o conhecimento ecológico, mas também o bem-estar físico, emocional e social das crianças. Para eles, o estudo da natureza — por meio da observação de plantas, animais, ciclos e paisagens locais — deve ser central na educação, pois desperta um

senso de pertencimento, admiração e responsabilidade ambiental. Assim, aprender sobre a natureza transforma-se em um caminho para o reencantamento do mundo, a formação da consciência ecológica e o fortalecimento da cidadania. Dessa forma, o ensino com e na natureza constitui um ato de resistência contra a cultura do consumo, a alienação ambiental e o empobrecimento da experiência humana, tornando-se uma ação pedagógica essencial para a construção de um futuro mais sustentável.

O sentimento de alienação que os alunos experimentam nas escolas públicas, que muitas vezes não estão conectadas às comunidades e suas questões, é um dos fatores frequentemente identificados como causa do risco de abandono escolar. Ao se afastarem de suas próprias culturas para adentrar um ambiente regido pelas normas da cultura dominante, muitos alunos, especialmente os marginalizados, sentem-se deslocados e hostilizados, o que pode levá-los a desistir da educação formal. A educação conectada à comunidade, por outro lado, oferece um ambiente mais acolhedor, no qual os alunos podem trabalhar com adultos que compartilham seus valores e são reconhecidos como membros importantes de uma sociedade maior. Quando os jovens se sentem valorizados e integrados, o comportamento antissocial diminui, incluindo o abandono escolar. Um currículo que envolve os estudantes com sua comunidade torna-se uma poderosa ferramenta de engajamento e motivação, pois conecta suas experiências pessoais ao aprendizado, dando um significado real ao que estudam.

Gruenewald e Smith (2008) concluem que a EBL não é apenas uma abordagem pedagógica alternativa, mas uma resposta crítica às crises sociais, culturais, econômicas e ecológicas provocadas pela globalização e pela homogeneização cultural.

3.2.5.4 O despertar da consciência jovem pela educação baseada no lugar

Segundo Gruenewald e Smith (2008), trabalhar com alunos do ensino médio é uma tarefa desafiadora: são idealistas, mas egocêntricos, muitas vezes imersos em uma estética de alienação e cinismo. Muitos acreditam que eventos importantes acontecem apenas em grandes centros urbanos, o que reforça sua desconexão com a própria comunidade. Essa alienação é agravada pelo tempo excessivo diante das telas, em contraste com a vivência real. Em suas práticas, os autores buscam conectá-los com sua comunidade por meio da arte, do estudo da paisagem e da reflexão sobre

a resistência da natureza diante da urbanização.

A EBL promove essa conexão, incentivando os estudantes a desenhar, escrever e criar projetos multimídia que documentam a história e a realidade da cidade. Ao se envolverem em ações de acompanhamento das decisões políticas locais, os jovens começam a perceber seu papel como agentes de mudança. Esse modelo educativo atinge três grandes objetivos: melhora o desempenho acadêmico, desenvolve habilidades práticas para o mercado de trabalho e forma cidadãos comprometidos. Mais do que apenas passar em testes, o aprendizado ganha sentido ao se tornar pessoal e socialmente relevante.

Muitos alunos questionam a relevância do que estão aprendendo. "Quando e onde eu usarei isso?" é um refrão comum. Pesquisas mostram que os alunos aprendem melhor quando se envolvem na resolução de problemas que são significativos para eles e úteis para públicos maiores (Gruenewald e Smith, 2008, p. 76, tradução nossa).

No entanto, o envolvimento dos jovens na construção comunitária ainda é raro, principalmente devido à desconfiança dos adultos em relação à sua capacidade, o que gera resistência em investir tempo neles. Além disso, a falta de respeito e diálogo entre as gerações torna a colaboração ainda mais difícil. Muitas escolas evitam que os alunos analisem questões ideológicas e políticas complexas, limitando sua formação como cidadãos críticos e ativos. No entanto, quando jovens participam de projetos comunitários reais, o aprendizado se torna mais significativo, suas responsabilidades cívicas se desenvolvem e a qualidade da vida local melhora, criando uma sinergia poderosa entre educação e transformação social. Assim, formar líderes e fortalecer comunidades começa na sala de aula, mas se concretiza na participação ativa dos jovens no mundo real.

3.2.5.5 Educação baseada no lugar: um compromisso inadiável

A EBL utiliza a comunidade e o ambiente local como ponto de partida para o ensino de diversas disciplinas, valorizando experiências práticas e reais. Busca desenvolver nas pessoas a capacidade de resgatar a criatividade, a imaginação e a coragem que permitiram aos nossos ancestrais viver de forma adaptada às condições do planeta, sem buscar controlar os fenômenos naturais, mas sim através de culturas sustentáveis por meio da colaboração e da interação com o ambiente. Esse mesmo

princípio deve guiar as atuais e futuras gerações para que habitem o mundo de forma responsável.

Ao se utilizar os ambientes naturais e socioculturais como base para o ensino, promove-se uma pedagogia interdisciplinar e centrada no aluno, com experiências de aprendizagem práticas voltadas à resolução de problemas e ensino em equipe. Essa metodologia fomenta o desenvolvimento das habilidades individuais dos estudantes, fortalecendo sua conexão com a comunidade e o meio ambiente. Contribui também para a melhoria do desempenho acadêmico, aumento do engajamento e entusiasmo dos alunos pela aprendizagem, que passam a criar um maior senso de pertencimento e orgulho de suas realizações.

Por meio de perguntas pedagógicas que estimulam a investigação crítica do território, como “O que está acontecendo aqui? O que aconteceu aqui? O que deveria acontecer aqui? e O que precisa ser transformado ou restaurado neste lugar?” (Gruenewald e Smith, 2008, p. 149, tradução nossa), é possível promover reflexões e ações a partir do contexto local. Essa pedagogia fortalece a consciência socioecológica e revela as conexões entre o local e o global, redefinindo o papel da escola como parte ativa das comunidades, ampliando seus limites para além da sala de aula e formando sujeitos capazes de compreender e transformar os contextos culturais e ambientais nos quais estão inseridos.

3.2.6 Experiências aplicadas em educação baseada no lugar

3.2.6.1 Educação ambiental nos ambientes extramuros

Segundo Menegat (2008), o processo educacional motiva o aluno quando o objeto de estudo compreende a sua realidade, o seu espaço de vivência. Partindo de pressupostos ambientais contextualizados, o aluno estará capacitado para exercer uma cidadania consciente.

Seniciato e Cavassan (2004) analisaram os aspectos subjetivos — emoções e sensações — no processo de aprendizagem das ciências da natureza. Segundo os autores, as aulas de Ciências e Biologia desenvolvidas em ambientes naturais permitem um maior envolvimento e motivação nos jovens, sendo um instrumento eficiente para a construção de uma nova perspectiva na relação entre o homem e a natureza. Aprendendo sobre a dinâmica dos ecossistemas, o aluno estará mais apto

a perceber e refletir sobre os problemas ambientais e sociais da sua realidade. “Só cuidamos, respeitamos e preservamos aquilo que conhecemos; [...] a ignorância traz uma visão distorcida da realidade” (Seniciato; Cavassan, 2004, p. 134).

Através da aplicação de questionários a alunos do ensino fundamental após uma aula de campo, quando questionados sobre o conforto dentro da mata, cerca de 84% afirmaram que se sentiram confortáveis, alegando sensações de bem-estar e prazer evidenciadas por quatro sentidos — visão, audição, olfato e tato —, pelos sentimentos de paz e tranquilidade e pela aprendizagem de coisas novas. Assim, o bem-estar sentido pelos alunos durante a aula de campo tornou agradável o processo de aprendizagem (Seniciato; Cavassan, 2004)

Outro aspecto relevante apontado pelos autores refere-se à capacitação dos educadores atuando durante as aulas no ambiente natural. Os alunos alegaram contentamento com a dinâmica por conta das explicações recebidas, o que se deve ao domínio dos assuntos e conhecimento do local por parte dos monitores que mediarão a atividade. Além do domínio dos conteúdos, o envolvimento emocional dos educadores pode ter auxiliado na motivação e prazer dos alunos. Para os autores, um professor desinteressado, que não gostasse do assunto ou do ambiente poderia favorecer o surgimento de outras sensações nos alunos.

Portanto, é possível concluir que os ambientes naturais permitem uma maior integração entre os fatores cognitivos e afetivos, manifestando sensações e emoções nos alunos e conseqüente maior motivação e interesse no aprendizado quando comparado a uma aula expositiva em um ambiente fechado, o que resulta em um salto qualitativo na aprendizagem das ciências da natureza, principalmente se o ambiente de estudo envolver a realidade dos alunos (Seniciato; Cavassan, 2004; 2008). Essas emoções e sensações podem auxiliar na aprendizagem dos conteúdos, uma vez que outros aspectos da condição humana, além da razão, são ativados para a compreensão do ambiente. “Mais que compreender a realidade, trata-se também de considerar as emoções como fundamentais nos processos de tomada de decisão e de julgamento moral dos seres humanos” (Seniciato; Cavassan, 2004, p. 145).

Sobre a importância da afetividade no desenvolvimento intelectual dos jovens, Seniciato e Cavassan (2008) analisaram a teoria sobre o desenvolvimento da inteligência e da construção de conhecimentos de Jean Piaget (psicólogo e epistemólogo suíço conhecido por suas teorias sobre o desenvolvimento cognitivo infantil e a aprendizagem). Em sua teoria, reconhecendo que a criança é um ser

dinâmico e que interage a todo momento com a realidade, são as interações com os ambientes físicos (meios físico, biótico e antrópico) e sociais (valores, linguagens, costumes, padrões culturais e sociais) que permitem a construção das estruturas mentais e a adaptação destas estruturas ao meio, o que configura o próprio desenvolvimento da inteligência. Esse desenvolvimento decorre de uma necessidade, que é o desequilíbrio instaurado com o confronto das estruturas internas do sujeito e o meio externo a ele.

Afetividade e inteligência, juntas, constituem os dois aspectos complementares de toda a conduta humana. Assim, este paralelismo entre a evolução da afetividade e das funções motoras e cognitivas prosseguirá no curso de todo o desenvolvimento da infância e adolescência (Seniciato; Cavassan, 2008, p. 123).

Uma vez que a observação concreta dos objetos e fenômenos facilita a formulação do raciocínio, a experimentação da realidade para o ensino das ciências da natureza é uma ferramenta indispensável. A partir da relação entre a realidade observada e os diferentes estímulos sensoriais, a aula de campo favorece a formulação de hipóteses de maneira mais complexa (Seniciato e Cavassan, 2008).

3.2.6.2 O Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano (LIAU)

A RMEPOA implementou no ano de 2001 o Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano (LIAU) como ferramenta de EA. O LIAU, oriundo de um convênio entre a UFRGS e a Secretaria Municipal de Educação (SMED) de Porto Alegre (POA), propunha uma abordagem diferenciada de EA para as escolas do ensino básico da capital, utilizando ferramentas extraclasse para estimular o conhecimento e a percepção do ambiente natural e de aspectos sociais da comunidade onde está inserida a escola (Osorio, 2013).

Segundo Osorio (2013), o laboratório busca ressignificar aos alunos o espaço escolar e a sua comunidade através de uma nova forma de olhar para a cidade, produzindo novos conhecimentos a partir das relações estabelecidas entre os alunos, com o lugar em que vivem e com toda a comunidade local. Com isso, é possível propiciar uma aproximação entre os saberes sistematizados da escola e os saberes oriundos das experiências individuais e coletivas da comunidade do entorno da escola.

[...] o crescimento urbano alcança espaços que muitas vezes não deveriam ser ocupados pelo ser humano. A observação da paisagem, a compreensão dos processos da natureza e o reconhecimento do ser humano enquanto natureza são determinantes para uma mudança de paradigma (Osorio, 2013, p. 38).

Percebendo a paisagem do seu entorno, seus processos naturais e se identificando como parte da natureza, os alunos poderão constituir-se em cidadãos participativos, provocativos e reivindicativos, tornando-se mais capacitados a contribuir para a gestão do lugar (Osorio, 2013).

3.2.6.2.1 Como é formado o LIAU

A implantação do LIAU ocorre através da atuação conjunta de três grupos de atores no ambiente escolar: um grupo de alunos monitores, um(a) professor(a) coordenador(a) e estagiários universitários (comumente dos cursos de Biologia, Geologia e Ciências Sociais).

Para atuarem como alunos monitores, os alunos se inscrevem no início do ano letivo para frequentar as oficinas de EA que ocorrem semanalmente, tornando-se monitores do LIAU. O conhecimento adquirido pelos estudantes nas oficinas é repassado para os outros estudantes da escola, professores, familiares e comunidade (Alves; Garcia, 2015). Pode-se dizer que os alunos designados monitores atuam como multiplicadores do aprendizado que produzem (Osorio, 2013).

Já a escolha dos professores coordenadores ocorre, na maioria das escolas, através de um processo seletivo, em que os interessados apresentam à equipe diretiva um projeto para votação (havendo mais de um inscrito) ou aprovação ou não do projeto (caso haja um único interessado). Algumas escolas realizaram o convite direto ao professor referência — aquele que se destaca pelo trabalho em EA na escola com projetos relacionados a esta temática dentro da sua carga horária. Em último caso, professores com carga horária sobrando foram escolhidos para coordenar o projeto. A assessoria em EA da SMED de POA sempre indicou como melhor alternativa a apresentação e votação dos projetos, “por entender mais justa e, sendo iniciativa do próprio professor, a possibilidade de se alcançar os resultados esperados seria maior (Osorio, 2013, p. 60).”

No LIAU, o professor coordenador deve possuir carga horária exclusiva para a

execução do laboratório, para que possa articular tanto com o grupo de alunos monitores, com os demais professores da escola e com a comunidade. Apesar de não haver um pré-requisito quanto à formação acadêmica do professor coordenador, uma vez que a EA é transversal a todas as disciplinas, as áreas de Ciências Biológicas e Naturais predominam na coordenação dos laboratórios. Após a escolha dos coordenadores nas escolas, a equipe de coordenação do projeto dá o suporte pedagógico, apresentando o LIAU ao corpo docente da instituição.

A atuação dos estagiários universitários envolve a realização de oficinas com os alunos monitores na perspectiva da produção de conhecimento acerca do lugar em que vivem, colaborar com o professor coordenador do LIAU na elaboração e desenvolvimento de pesquisas socioambientais na comunidade local e organizar saídas de campo no entorno das escolas, registrando a produção do conhecimento por meio de técnicas de representação do espaço geográfico (mapas, maquetes, entre outros). No LIAU, os estagiários atuam diretamente com os alunos do projeto, não sendo autorizados pela coordenação do mesmo que se façam outros atendimentos (aulas do componente curricular, por ex.).

Além dos recursos humanos, o laboratório também exige um espaço físico próprio na escola, onde os diversos materiais produzidos ficarão expostos, criando um ambiente propício à produção de conhecimentos através da pesquisa e investigação científica pelos alunos integrantes do projeto.

3.2.6.2.2 Resultados da implantação do LIAU na RMEPOA

Segundo SMED (2015), após a implantação do LIAU os alunos apresentaram melhores desempenhos nos trabalhos escolares, pois através das metodologias utilizadas no laboratório, passaram a se reconhecer como agentes de mudança, de si e dos outros, desenvolvendo-se como seres sociais e culturais. Isso se deve às dinâmicas pedagógicas propostas no LIAU, que se diferenciam do ensino regular principalmente por criar um ambiente que estimula a autonomia dos alunos, os quais são os responsáveis pela criação de produtos que divulgarão o conhecimento adquirido e construído. No LIAU, os professores atuam mais como mediadores do que avaliadores, sendo o trabalho em grupo uma estratégia essencial para a construção de novas percepções sobre as dinâmicas socioambientais. Diferente do individualismo

que o ensino regular e suas metodologias de avaliação propagam, trabalhar EA exige a construção de reflexões e ideias compartilhadas, incorporando as diferentes realidades socioculturais dos alunos, permitindo assim a construção de uma sociedade local com maior afinidade em relação aos seus ideais e percepções socioambientais.

Ao estudar o entorno da escola, os alunos percebem os impactos ambientais decorrentes de ocupações inadequadas, resíduos descartados incorretamente, poluição dos recursos hídricos, arborização urbana ineficiente etc. Além disso, a vivência cooperativa e harmoniosa colabora no afastamento de ambientes violentos, que prejudicam a formação do jovem (Silva, 2012).

[...] o trabalho desenvolvido no LIAU abriu novos horizontes e oportunidades aos que dele participaram. Já temos alunos formados em Biologia, Geografia e cursando Engenharia Química, Pedagogia e Geologia, o que não era comum antes da implantação do LIAU, uma vez que a escola se encontra num contexto desfavorecido socialmente (Silva, 2012, p. 528).

Uma vez que os currículos do ensino básico dificilmente trabalham a construção da territorialidade, deixando de criar uma aproximação dos alunos com o contexto social em que vivem, a ênfase no conhecimento local permite que os alunos se sintam incluídos e construam sua territorialidade, pois os conteúdos estudados em aula passam a ter sentido para eles (Silva, 2012). Segundo Menegat (2000), ao utilizar conteúdos que ajudam os alunos a construir sua territorialidade a partir de problemáticas ambientais, ao invés de meras propagadoras de saberes prontos, as escolas podem se tornar centros de referência de saberes locais.

3.2.6.3 Barco-escola: ferramenta de educação ambiental fluvial

Alguns municípios brasileiros (São José, SC; Gravataí, RS; São Leopoldo, RS; Recife, PE; Natal, RN) utilizam de embarcações para a realização de aulas-passeio, navegando pelos rios ou mares para que seu público-alvo — na maior parte alunos das redes municipais de ensino — tenham uma experiência de aprendizado com forte impacto sensorial e emocional.

No município de São José, Santa Catarina, o Centro Municipal de Educação Ambiental Escola do Mar (CMEA Escola do Mar) é pioneiro na utilização de um barco-

escola como ferramenta pedagógica de EA. Desde 2005 são realizadas aulas navegáveis na Baía de Florianópolis, permitindo aos alunos ter contato direto com o ambiente natural. Durante o passeio são observadas as fozes dos rios, manguezais, vegetação costeira, animais marinhos, além da própria cidade de São José, buscando difundir práticas de conservação e preservação dos recursos naturais (Colla, 2023).

Segundo Colla (2023), as atividades realizadas pelo CMEA Escola do Mar na sala de aula flutuante possibilitam discussões histórico/sociais sobre questões ambientais observadas durante o trajeto, permitindo que os alunos percebam a Baía de Florianópolis como um elemento histórico cultural de grande importância, fomentando o desenvolvimento de novas atitudes frente aos ecossistemas locais. Para o autor, estas atividades podem contribuir na formação de um sujeito mais crítico e consciente, principalmente quanto à educação para o desenvolvimento local, aliado ao despertar da consciência ecológica no indivíduo.

O barco-escola possibilita a atuação interdisciplinar nas temáticas ambientais. Ocorrendo em ambiente natural, favorece a construção do conhecimento com a atuação de aspectos emocionais e afetivos, que envolvem e motivam os alunos, facilitando a retenção das informações recebidas, pois estão associadas a experiências de aprendizagem mais memoráveis, permanecendo até a idade adulta, podendo influenciar no comportamento e estilo de vida (Colla, 2023).

Outro exemplo ocorre no município de Recife, Pernambuco, onde a Escola Ambiental Águas do Capibaribe utiliza de uma embarcação com a proposta de tornar o rio uma sala de aula (figura 8). Espírito Santo Júnior (2015) avaliou a percepção de alunos e professores através da EA aplicada no barco-escola. Buscando auxiliar na formação de cidadãos mais conscientizados sobre as temáticas da sustentabilidade, as aulas flutuantes auxiliam na criação de um novo relacionamento entre a cidade e o rio. Através da percepção das águas como elementos importantes da história e cultura locais em um processo contínuo de interação socioambiental, redescobrimo o seu papel nos diversos modos de vida (dos pescadores, habitantes, vegetação e animais), os participantes constroem um novo olhar sobre a cidade, redescobrimo valores e fortalecendo sua identidade cidadã ambiental.

Figura 8 - Escola Ambiental Águas do Capibaribe, uma sala de aula flutuante utilizada em ações de EA pela Secretaria Municipal de Educação de Recife, PE.



Fonte: Ferreira (2018); Menezes (2019); Melo (2021).

Nesse sentido, as experiências com barcos-escola evidenciam o potencial da EA fluvial como estratégia pedagógica inovadora, ao integrar conhecimento científico, vivência sensorial e reconhecimento do território. Ao transformar o rio em espaço educativo, essas iniciativas promovem uma reconexão entre sociedade e ambiente fluvial, contribuindo para a ressignificação dos cursos d'água no imaginário coletivo e fortalecendo a percepção crítica e o sentimento de pertencimento territorial.

3.2.7 Uso pedagógico das redes sociais

Um referencial atual e alinhado aos desafios contemporâneos da educação climática publicado pela UNESCO (2024), denominado *Diretrizes curriculares para a sustentabilidade: Ensino e aprendizagem para a ação climática (Greening curriculum guidance: Teaching and learning for climate action)*, reconhece as mídias digitais e as redes sociais como espaços pedagógicos legítimos.

O guia foi concebido para educadores, decisores políticos e organizações envolvidas na educação climática, enfatizando o uso educativo de plataformas para promover a aprendizagem ativa, o protagonismo juvenil, a alfabetização midiática e a ação climática, estimulando os estudantes a produzir, comunicar e refletir criticamente sobre o conhecimento construído.

As redes sociais influenciam as informações, crenças e perspectivas dos jovens. Em relação às mudanças climáticas, os estudantes em geral são expostos aos seus impactos por meio de plataformas de redes sociais, televisão, internet e filmes (UNESCO, 2024, p. 32).

Nesse contexto, o documento destaca a grande influência das redes sociais sobre a forma como as gerações mais novas, Z e Alfa (nascidos entre 1997 e 2025), constroem suas percepções sobre as mudanças climáticas, sendo que para aproximadamente 50% destes jovens essas plataformas digitais constituem a principal fonte de informação sobre o tema, superando a educação formal (UNESCO, 2024).

Também alerta que os algoritmos tendem a reforçar conteúdos emocionalmente apelativos ou alinhados a crenças prévias, favorecendo a formação de bolhas informacionais e a circulação de desinformação (*fake news*). Diante desse cenário, torna-se essencial adotar estratégias de leitura crítica das mídias/conteúdos digitais, qualificando a compreensão dos estudantes sobre as narrativas climáticas e seus impactos através da EA formal e não formal.

O documento aponta que o uso pedagógico das redes sociais contribui para o desenvolvimento da alfabetização midiática, estimulando a análise crítica de informações, a avaliação de fontes e a compreensão das narrativas climáticas presentes no espaço digital. As redes sociais também favorecem a aprendizagem orientada à ação, possibilitando a divulgação de eventos, campanhas, mobilizações e conexão entre experiências locais e discussões globais sobre o clima.

Além disso, oferecem oportunidades relevantes de engajamento, diálogo e mobilização coletiva. Quando empregadas de forma pedagógica, essas plataformas podem fortalecer a educação socioambiental/educação climática ao estimular a produção de conteúdos autorais, como vídeos/registros fotográficos da análise do território/paisagem, podcasts/entrevistas, voltados à valorização dos ecossistemas locais. Assim, o uso consciente das mídias digitais pode contribuir no alcance das ações educativas, reforçando o vínculo dos estudantes com o território (UNESCO, 2024).

Considerando que as redes sociais são, ao mesmo tempo, espaços de informação e de disseminação de desinformação climática, o desenvolvimento da alfabetização midiática crítica torna-se um componente central da educação para a ação climática. Ao associar essa formação crítica a experiências práticas ao ar livre, os estudantes passam a compartilhar vivências positivas, educativas e territorialmente situadas, estimulando o engajamento de outras pessoas (UNESCO, 2024).

4 DESENHO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa aplicada, de caráter diagnóstico-propositivo, com validação exploratória.

4.1.1 Quanto à abordagem

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que iniciou pela análise da produção científica a respeito do desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas, resiliência às inundações, desenvolvimento sustentável e EA, além das políticas nacionais e internacionais sobre redução dos riscos de desastres naturais. Posteriormente, foram realizadas incursões no território da área de estudo, além de uma saída de campo para conhecer um projeto de barco-escola no município de Gravataí.

4.1.2 Quanto à natureza

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, com caráter propositivo e intervencionista. Seu foco reside na criação de um produto técnico-tecnológico — o projeto LABiCAÍ —, classificado como uma tecnologia social destinada a contribuir no fortalecimento da resiliência socioambiental.

4.1.3 Quanto aos objetivos

Enquadra-se como pesquisa exploratória, pois seus produtos ocupam provisoriamente o lugar de teste da hipótese, e desenvolvimentista, por ter como resultado a elaboração de uma proposta estruturada de EBL.

4.1.4 Quanto aos procedimentos

Esta pesquisa envolveu os seguintes procedimentos para a coleta de dados:

4.1.4.1 Pesquisa bibliográfica e documental

O procedimento inicial consistiu na realização de pesquisa bibliográfica e documental sobre os seguintes temas: (a) Desenvolvimento Sustentável; (b) Mudanças Climáticas e Desastres Naturais; (c) Resiliência às Inundações; (d) Políticas para Redução dos Riscos de Desastres Naturais; (e) EA e EBL. As seguintes fontes de dados secundários foram utilizadas:

- a) Desenvolvimento sustentável: artigos científicos, bibliografias e acordos internacionais da ONU;
- b) Mudanças climáticas e desastres naturais: Relatórios do IPCC, o *Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres* e outras publicações da ONU;
- c) Resiliência às inundações: artigos científicos que abordam os diferentes conceitos de resiliência: ecológica, de engenharia e socioecológica;
- d) Políticas para redução dos riscos de desastres naturais: Lei N° 12.608/2012, que Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC);
- e) Educação Ambiental e Educação Baseada no Lugar: artigos científicos, bibliografias, acordos internacionais da ONU e legislação brasileira.

4.1.4.2 Diagnóstico local da educação ambiental

O diagnóstico local foi realizado a partir de uma abordagem qualitativa, fundamentada em observação participante de longa duração (não atrelada à pesquisa, mas à trajetória profissional, e que corroborou os dados adquiridos pelos demais métodos) e análise institucional, decorrentes da experiência profissional do autor ao longo de sete anos de atuação na gestão ambiental municipal de Montenegro. Essa inserção possibilitou o acompanhamento contínuo de diferentes dimensões relacionadas à EA, à gestão de recursos hídricos e à gestão de riscos e desastres hidrológicos e geológicos, bem como da interface entre o órgão ambiental municipal e a rede de ensino.

No campo da EA, foram consideradas as experiências decorrentes da atuação como educador ambiental substituto no 2º semestre de 2025, bem como a criação e manutenção da rede social institucional da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), utilizada como ferramenta de comunicação e EA desde agosto de 2023.

No âmbito da gestão ambiental, a análise incorporou a vivência técnica como analista ambiental do órgão ambiental licenciador municipal, função exercida desde fevereiro de 2019, com atuação direta em processos relacionados a áreas de preservação permanente, áreas de risco hidrológico e geológico, gestão de recursos hídricos e eventos de inundação.

Complementarmente, foram consideradas as experiências de interação com a rede municipal de ensino por meio da realização de palestras educativas direcionadas às crianças, abordando temas como inundações, clima e dinossauros que viveram na região, além da participação como avaliador em feiras científicas escolares.

Também integraram o diagnóstico as participações do autor como membro suplente do Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMDEMA) desde 2024, membro titular da Comissão Municipal para Mudanças Climáticas, integrante dos Grupos de Trabalho da II Conferência Municipal de Meio Ambiente (2025) e da revisão e atualização do Plano de Contingência (2025/2026), além da apresentação de propostas e projetos aos Poderes Executivo e Legislativo municipais.

Adicionalmente, foram analisadas manifestações sociais decorrentes da divulgação de materiais técnicos e entrevistas concedidas à imprensa local, incluindo comentários públicos associados ao debate sobre as inundações do Rio Caí.

A integração dessas diferentes fontes possibilitou a triangulação qualitativa das informações (institucionais, educacionais e sociais) que fundamentaram a elaboração da proposta do LABiCAÍ.

4.1.4.3 Estudo de caso do barco-escola do Rio Gravataí

Com base na revisão temática sobre instrumentos de EA em ambientes aquáticos, foi realizada uma visita técnica ao Projeto Rio Limpo, um barco-escola em operação no Rio Gravataí, vinculado à Associação de Preservação da Natureza do Vale do Gravataí (APNMG), caracterizando-se como um estudo de caso de caráter instrumental. A escolha do projeto se deu pela proximidade com o município de Montenegro, além de a Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, assim como a Bacia Hidrográfica do Rio Caí (BHRC) e mais outras 7 bacias hidrográficas, compõem a Região Hidrográfica do Guaíba.

A atividade envolveu observação direta não participante da operação do barco-

escola, incluindo sua infraestrutura e as práticas pedagógicas desenvolvidas durante uma aula-passeio.

Os dados observados foram registrados por meio de anotações de campo (bloco de notas e Google Earth para smartphone) e registro fotográfico, servindo como subsídios para a análise da experiência e elaboração da proposta de educação fluvial no âmbito do LABiCAÍ.

4.1.4.4 Diagnóstico e reconhecimento territorial

O diagnóstico e reconhecimento territorial foram desenvolvidos através da integração de pesquisa bibliográfica, análise cartográfica, análise de documentos técnicos institucionais e pesquisa de campo, com foco na compreensão da fisiografia, dinâmica hidrológica e processo histórico de formação do município de Montenegro.

As incursões no território, caracterizadas como pesquisa de campo com observação direta da paisagem, abrangeram trechos urbanizados das margens do Rio Caí e de seus sistemas aquáticos associados (afluentes, banhados e planície de inundação), pontos elevados para a observação da paisagem fluvial, além de trechos do Rio Caí na zona rural próximos à cidade.

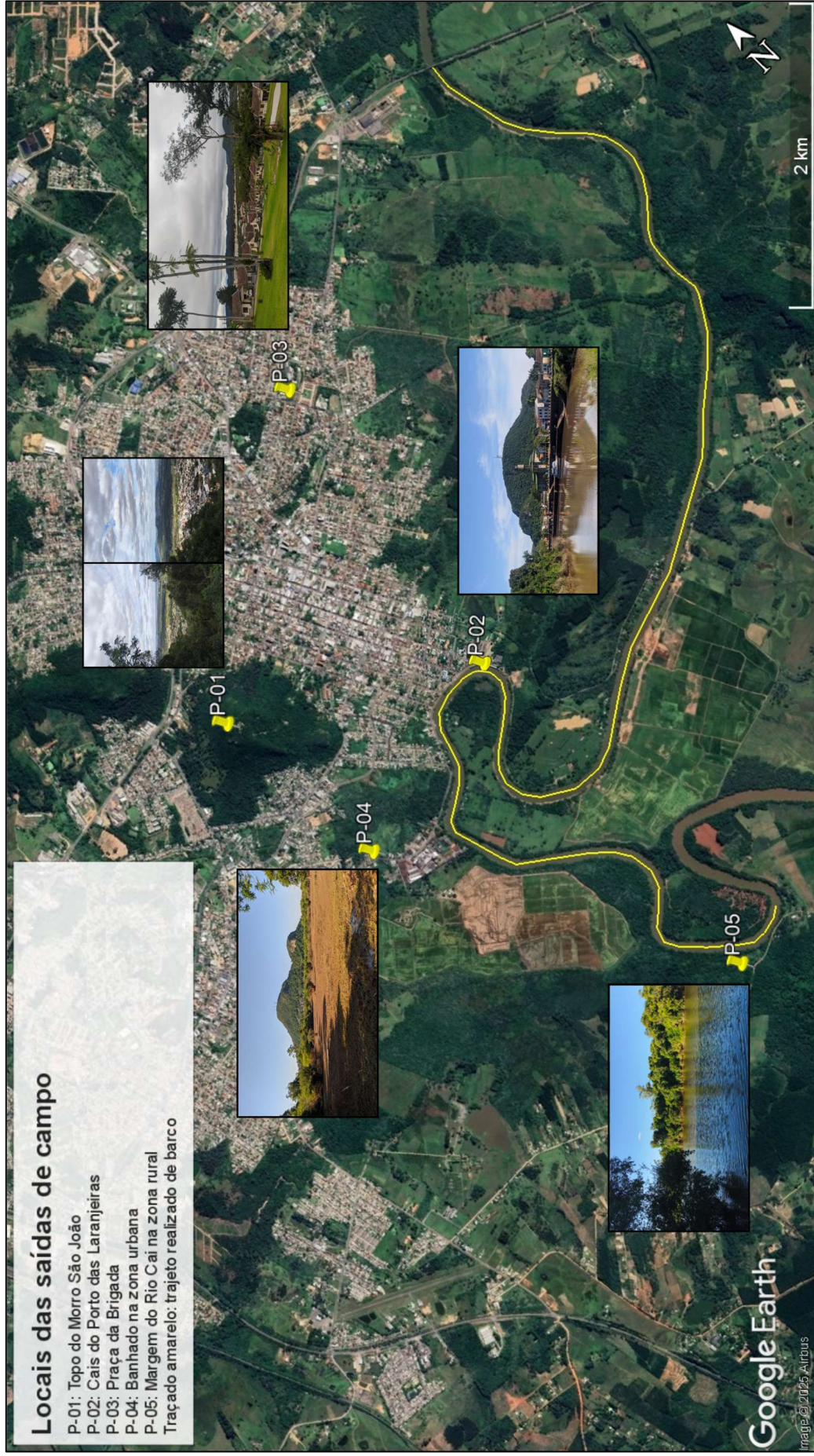
Também foi realizada uma incursão embarcada ao longo do Rio Caí, no trecho compreendido entre o Morro da Mariazinha ao Morro Montenegro, previamente delimitado por imagens de satélite como percurso potencial para os trajetos do barco-escola. Essas atividades envolveram anotações de campo (bloco de notas e Google Earth para smartphone) e registros fotográficos.

Tais procedimentos possibilitaram a identificação dos elementos estruturantes da paisagem e das dinâmicas associadas às inundações, orientando a definição de conteúdos, estratégias didáticas e materiais técnico-tecnológicos do LABiCAÍ, em consonância com os pressupostos da EBL (*place-based education*).

As análises realizadas subsidiaram a definição de roteiros de saída de campo, a elaboração de materiais didáticos (fichas técnicas e mapas), a proposição dos trajetos do barco-escola e a indicação de local para sua base operacional.

A figura 9 apresenta os locais visitados durante as incursões terrestres que foram definidos como pontos estratégicos para a execução de atividades extraclasse no projeto LABiCAÍ.

Figura 9 - Imagem de satélite indicando os locais estratégicos para as dinâmicas extraclasse.



Fonte: Autor (2026).

4.1.5 Quanto aos instrumentos

Para a pesquisa bibliográfica foi utilizado o website <https://scholar.google.com.br/>, além de livros físicos. Já o website <https://www.google.com/> foi utilizado para a pesquisa documental. Também foram consultadas as redes sociais Facebook e Instagram para acesso à repercussão social das matérias jornalísticas sobre o tema das inundações, bem como consulta às mídias digitais publicadas nas redes sociais da APN-VG e da SMMA de Montenegro.

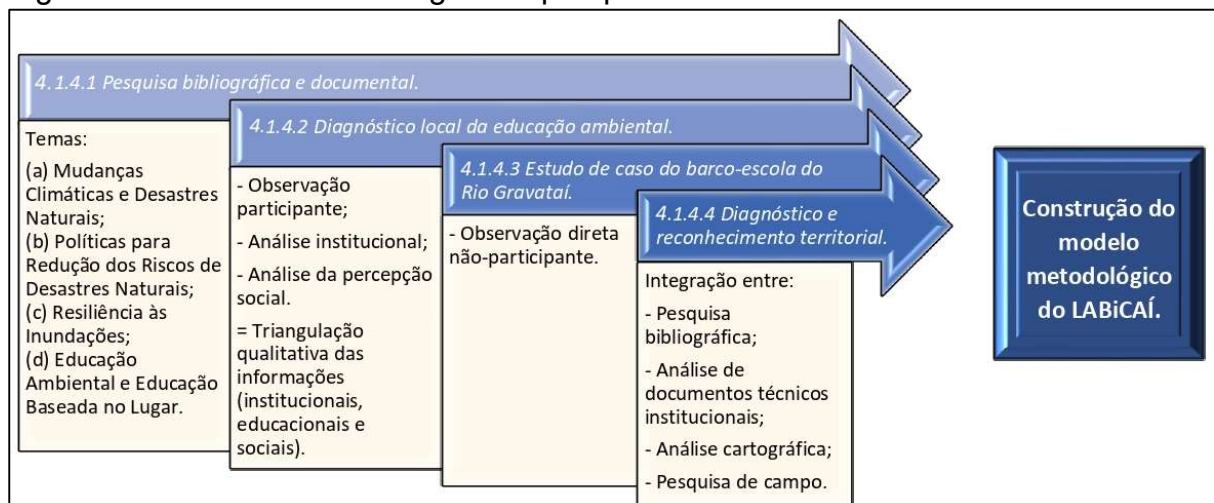
Quanto às pesquisas de campo, foi utilizado celular smartphone para registro fotográfico e o aplicativo Google Earth mobile para o registro e armazenamento georreferenciado das informações coletadas.

Para a elaboração e edição dos materiais ilustrativos foram utilizados os softwares Google Earth, QGIS, Inkscape e Paint3D, além dos websites <https://chatgpt.com/> e <https://www.canva.com/>. O website chatgpt também foi utilizado como ferramenta de processamento de dados (dados fluviométricos da ANA). Esta análise foi corroborada pelo autor através do software Excel.

4.1.6 Síntese metodológica

A figura 10 sintetiza os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, os quais permitiram a construção progressiva do conhecimento que fundamentou a elaboração do produto final.

Figura 10 – Síntese metodológica da pesquisa.



Fonte: Autor (2026).

Por fim, pode-se dizer que as principais limitações identificadas na presente pesquisa foram:

- a) amostra limitada no estudo de caso, exigindo sua adaptação às especificidades socioambientais da área de estudo;
- b) predominância de observação participante, decorrente da inserção profissional do autor, o que pode implicar maior influência do pesquisador na interpretação dos dados.

4.1.7 Produtos Técnico-Tecnológicos

Como produtos finais foram elaborados dois Produtos Técnico-Tecnológicos (PTT): o (1) Projeto de Implantação do Laboratório de Inteligência Territorial do Rio Caí (LABiCAÍ), concebido como uma tecnologia social voltada à integração entre EA, conhecimento do território e construção da inteligência territorial para o fortalecimento da resiliência às inundações, e o (2) Referencial Metodológico do LABiCAÍ. Além dos PTT, serão elaborados uma minuta de um Termo de Cooperação entre a Prefeitura Municipal de Montenegro e a Uergs e um artigo científico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta a análise e a discussão dos dados coletados ao longo da pesquisa.

5.1 ANÁLISE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DO TEMA DAS INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE MONTENEGRO

A análise da aplicação da EA no tema das inundações decorre da atuação profissional do autor no âmbito da gestão ambiental municipal de Montenegro, além da participou de duas entrevistas em 2025 na rádio do principal veículo jornalístico local, o Jornal Ibiá, para o qual também elaborou um material síntese, baseado em artigos e estudos técnicos do trecho baixo do Rio Caí (RIO GRANDE DO SUL, 2014), tratando da dinâmica das inundações em Montenegro, das obras de engenharia propostas à época para minimização dos efeitos das inundações, uma análise destas à luz do grande evento de abril e maio de 2024 e da resiliência climática.

As entrevistas foram publicadas no site e página do Instagram do Jornal Ibiá, sendo a primeira impressa na edição do jornal de julho de 2025 e a segunda veiculada na edição virtual de outubro de 2025. Por fim, foram publicadas por outro canal midiático do município, a TV Mon HD, na sua página do Facebook.

5.1.1 Caracterização histórica das práticas de educação ambiental

A análise interpretativa indica que as ações de EA desenvolvidas no município de Montenegro concentraram-se, ao longo dos últimos anos, predominantemente em abordagens temáticas relacionadas à gestão de resíduos sólidos e ao consumo consciente. Foram recorrentes iniciativas vinculadas à separação do lixo, à difusão dos princípios dos 5Rs, à realização de campanhas de recolhimento de resíduos nas margens do Rio Caí, à distribuição de mudas de espécies nativas e de sacolas reutilizáveis, bem como à promoção de eventos voltados ao descarte correto de resíduos eletrônicos e óleo de cozinha. Observou-se também a participação pontual de instituições parceiras, como a concessionária de abastecimento de água, com ações educativas voltadas ao tratamento da água, e da Patrulha Ambiental da Brigada Militar, por meio de atividades expositivas associadas à fiscalização ambiental e à

fauna silvestre. Embora relevantes do ponto de vista da sensibilização ambiental, essas ações caracterizam-se por uma EA de caráter setorial e episódico, com ênfase em resíduos, saneamento e conservação, sem articulação sistemática com a dinâmica territorial e os riscos socioambientais associados às inundações.

5.1.2 Ausência de abordagem estruturada sobre as inundações

No que se refere especificamente às inundações, à gestão de riscos hidrológicos e à compreensão da bacia hidrográfica como unidade territorial, a observação institucional acumulada indica a inexistência de projetos estruturados e contínuos de EA voltados a esses temas. As poucas iniciativas identificadas ocorreram recentemente, de forma pontual e reativa (pós eventos de abril e maio de 2024), como o 2º Seminário Desafios Climáticos – Projeto Avanços Propostos em Ações 2015, realizado pelo CREA-RS em agosto de 2025, e a II Conferência Municipal de Meio Ambiente, realizada em novembro de 2025 pelo COMDEMA/SMMA.

5.1.3 Divulgação de materiais e entrevistas sobre as inundações do Rio Caí em Montenegro

Entre julho e outubro de 2025, o autor disponibilizou compilados de estudos técnicos e mapas ao Jornal Ibiá. Também participou de duas entrevistas no programa Estúdio Ibiá (transmitido na rádio e pelo youtube), em 01 e 28 de julho de 2025. Informações tanto dos materiais disponibilizados quanto dos debates durante as entrevistas foram veiculados pelo Jornal Ibiá nas mídias impressas e digitais e, posteriormente, divulgados pela TV Mon HD.

Os materiais publicizados pelos veículos jornalísticos tiveram como foco central a análise técnica da influência do assoreamento do Rio Caí nos processos de inundação que afetam a cidade de Montenegro, bem como a discussão sobre a viabilidade e os limites da proposta de desassoreamento e de implantação de um canal extravasor, temas amplamente pautados e pleiteados pela sociedade montenegrina e pelos meios políticos local e regional (Vale do Caí) para minimizar as inundações.

O material apresentado pelo autor destaca o contexto da localização da cidade de Montenegro na BHRC, que ocupa parte da planície de inundação do Rio Caí, local

periodicamente ocupado pelas águas transbordadas pelo rio principal e seus afluentes, e que atua como espaço de armazenamento das águas que excedem a calha do rio em períodos prolongados de chuva.

Foi informado que as inundações do Rio Caí constituem um fenômeno natural e previsível para uma bacia hidrográfica que tem como características a elevada amplitude altimétrica entre suas porções alta e baixa (quase 1000 metros de diferença entre as porções altas e baixa do Rio Caí), um vale encaixado em terrenos escarpados na sua porção média e vastos terrenos planos na sua porção baixa, onde toda água captada na bacia deságua e se espalha como resultado do extravasamento dos corpos hídricos, aliado ao efeito remanso na foz do Rio Caí, no Delta do Jacuí.

Diferente das inundações bruscas, denominadas enxurradas e que ocorrem em trechos de rios em vales encaixados e com forte poder destrutivo (como as que atingiram o município de Muçum, no Vale do Rio Taquari), as inundações do Rio Caí são vagarosas, possibilitando a desocupação prévia das áreas que venham a ser atingidas, evitando perdas humanas e possibilitando a minimização dos danos materiais através de um prévio planejamento e gestão do risco de inundação.

Foi abordado também que no século XX predominou o paradigma que adotava a resistência às inundações e que se concentrava no combate à água, e que essa estratégia vem sendo substituída pelas abordagens de resiliência socioecológica e sistêmica, uma vez que a visão de resistência às inundações produziu uma desconexão entre os sistemas humanos e naturais, produzindo uma amnésia geracional ambiental nos moradores das cidades. Locais que nunca sofriam com as inundações e que se sentiam protegidos por obras de engenharia foram devastados, com prejuízos econômicos e psicológicos irreparáveis.

Neste contexto, a ascensão do conceito de resiliência às inundações se deu com os recentes problemas envolvendo as intervenções de engenharia do passado, as quais restringiam o escoamento dos rios e que falharam diante de eventos climáticos extremos (as inundações de abril e maio de 2024 em Porto Alegre, Canoas e São Leopoldo, cidades dotadas de diques e estações de bombeamento, são exemplos próximos de falha nas obras de engenharia do passado). Diante da existência de medidas estruturais que visam manter as planícies aluviais livres de inundações, cria-se uma falsa segurança e conseqüente diminuição da resiliência. Assim, a gestão do risco de inundações vem passando por uma mudança de paradigma, que até então buscava manter a água das inundações afastada, para uma

abordagem holística e de longo prazo, envolvendo a mitigação do risco de inundação e a adaptação para resiliência aos eventos de inundação.

Foram abordados também os estudos da METROPLAN/SOP de 2014 (RIO GRANDE DO SUL, 2014), os quais definiram as melhores alternativas para minimizar as inundações em Montenegro, hierarquizadas com base na sua eficácia do ponto de vista técnico aliado ao seu custo de implantação. À época, a implantação de diques de proteção e um corta rio foram definidas como a melhor alternativa técnica e econômica, conforme figura 11.

Figura 11 - Hierarquização das alternativas para minimização das inundações.



Fonte: Rio Grande do Sul (2014).

Após os eventos extremos de abril e maio de 2024, ficou evidente que as obras propostas nos estudos de 2014 não seriam eficazes para as inundações desta magnitude. Em São Sebastião do Caí, por exemplo, o nível da inundação atingiu cotas muito acima das calculadas para a altura dos diques projetados para aquela cidade, ou seja, caso os diques já existissem, teríamos uma inundação surpresa e mais desastrosa, nos moldes das que ocorreram em Canoas e São Leopoldo.

Também foram disponibilizados compilados acerca de outro tema relevante e em alta nas discussões da sociedade e no meio político: o desassoreamento do Rio Caí. Estes mesmos estudos realizados em 2014 analisaram esta alternativa, através de simulações que consideraram um rebaixamento de 5 metros do fundo da calha do

Rio Caí desde a ponte de acesso à São Sebastião do Caí, prolongando-se por 27,6 km, até chegar à cidade de Montenegro. A largura das escavações foi considerada como a largura da própria calha do rio, que corresponde a média de 50 metros.

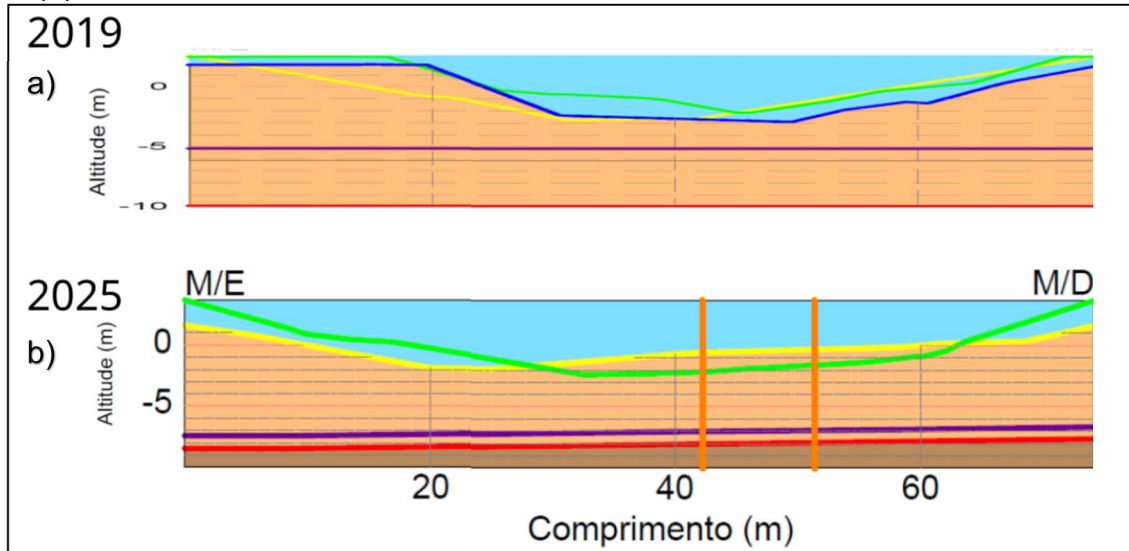
A simulação mostrou que o nível de água, na cheia com recorrência de 100 anos, seria reduzido em 2 centímetros em São Sebastião do Caí. Esta hipótese, diante da sua total ineficácia, foi totalmente descartada.

Muito também se falava que o Rio Caí estaria totalmente assoreado após as inundações de abril/maio de 2024. Os estudos e levantamentos batimétricos dos processos de licenciamento das empresas de dragagem de areia junto à cidade compararam as informações levantadas antes e depois das recorrentes e maiores inundações já registradas em Montenegro, concluindo que:

Foi identificada uma deposição anormal de sedimentos de grande porte ao longo das margens do rio variando de 0,50 e podendo chegar a 2 metros em alguns pontos. Em alguns pontos foi visível a mudança de inclinação do talude do leito deixando-se com menor inclinação. Nos locais de curvatura do rio que historicamente sofrem com erosão foi possível identificar um alargamento do leito do rio da ordem de 2 metros para dentro da curva. De modo geral, os eventos de enchentes seguidas tornaram o rio mais planificado, com margens menos inclinadas, com maior quantidade de sedimentos no fundo ao longo de um afastamento de 20 metros da margem e manutenção ao longo de todo rio da cota de fundo do rio, mantendo-se estável o bed rock (Depósito de Areia São Pedro, 2025, p. 3).

Portanto, houve maior deposição de sedimentos no leito do rio, mas ao mesmo tempo o seu alargamento (erosão das margens) e planificação. Seriam necessários estudos detalhados, mas é possível inferir que esse balanço entre maior deposição de sedimentos e alargamento das margens não tenha causado mudanças significativas na vazão do rio, como pode ser verificado nos perfis transversais da figura 12.

Figura 12 – Perfis trasversais do Rio Caí junto ao Porto das Laranjeiras em (a) 2019 e (b) 2025.



Fonte: Autor (2025), com base em Depósito de Areia São Pedro (2019; 2025).

Outra questão recorrente tratava da abertura de um canal extravasor cortando o município de Capela de Santana, com o intuito de escoar o excedente das águas e assim minimizar as inundações em Montenegro. Os estudos apontaram ser uma solução parcial. Embora diminua em algumas dezenas de centímetros o nível d'água para cheias menores e reduza a frequência de extravasamento do rio Caí, a cidade de Montenegro continuaria sendo inundada para enchentes com recorrências maiores.

Por fim, foi informado que os novos estudos na escala de toda a BHRC (em fase de contratação pelo Governo do Estado) indicarão quais medidas poderão ser adotadas futuramente (talvez diques mais elevados ou a convivência, adotando-se um ciclo contínuo de gestão de riscos hidrológicos, com medidas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação bem estruturadas). No quadro 7 são elencadas as conclusões dos materiais disponibilizados ao Jornal Ibiá.

Quadro 7 - Conclusões dos materiais enviados ao Jornal Ibiá.

| Conclusões enviadas ao Jornal Ibiá a respeito da gestão de riscos e desastres hidrológicos em Montenegro |
|---|
| - As antigas técnicas de “empurrar” as inundações para jusante (para baixo na direção da correnteza do rio) mostraram-se inadequadas e pouco duráveis. Hoje, procura-se uma gestão urbana com gestão do risco de inundações, ou seja, a diminuição gradativa do risco de ocorrência de um evento perigoso à cidade e/ou diminuição gradativa das possíveis perdas trazidas por esse evento. |
| - Com base nas publicações científicas que tratam do sistema climático global (o qual não conhece fronteiras nem limites político-administrativos), é inequívoca a perturbação dos sistemas humanos e naturais por conta das mudanças climáticas causados pelo homem. Como consequência disso, as inundações em Montenegro já aumentaram tanto em frequência (mais vezes ao ano) e magnitude (inundações maiores) e aumentarão ainda mais. |
| - As ações sociais implementadas nesta década determinarão o nível de resiliência climática futura. Ou seja, devemos atuar sem poupar esforços no presente para que as futuras gerações não sofram consequências ainda maiores do que aquelas que já estamos vivenciando. |
| - Devemos manter uma perspectiva de longo prazo nas nossas ações. O ser humano tem dificuldade em exercer uma linha de raciocínio que extrapole o seu período de vida, no entanto, foram as ações passadas (e atuais) que resultaram em tamanho desequilíbrio no sistema climático. Se queremos que nossos filhos, netos, bisnetos etc. possam usufruir de uma vida como a nossa, devemos investir em políticas públicas e ações a nível pessoal que minimizem os danos ao meio ambiente. |
| - Uma cidade sustentável deve basear seu processo de desenvolvimento em pilares sociais, econômicos e ambientais, garantindo que a geração atual e as futuras gerações possam continuar usufruindo de uma cidade funcional, equilibrada, equitativa e submetida a riscos controlados, com qualidade de vida e de moradia a todos os seus habitantes. A cidade deve ser capaz de manter sob controle os riscos de cheias, tanto no presente como em um horizonte futuro, evitando a materialização de perdas sociais, econômicas e ambientais. |
| - Uma cidade resiliente deve ser capaz de manter seu sistema socioeconômico funcionando, provendo serviços essenciais, e de se recuperar rapidamente, mesmo em situações de cenários futuros adversos, devendo estar preparada para eventos futuros, tanto de curto quanto de longo prazo. |
| - A cidade deve ter a capacidade de se recuperar dos danos e prejuízos sofridos e alcançar um nível de segurança superior ao que existia antes do desastre. |
| - Muitas das questões relativas à resiliência consideram o aumento da consciência sobre o assunto, o compartilhamento de informações entre os profissionais e a criação de claras hierarquias de responsabilidade. Na operacionalização da resiliência é importante encontrar fraquezas e vulnerabilidades em nossos sistemas existentes. Para isso, devemos identificar e proteger os serviços essenciais da sociedade. |
| - É essencial que o poder público trabalhe com a população, para que seja ouvida e possa se apropriar das soluções e auxiliar na sua sustentação, bem como prover acesso à educação ambiental, que abre portas em todos os sentidos. |
| - Os grupos mais vulneráveis às inundações são também aqueles que possuem mais dificuldades para reconstruir sua vida após algum desastre; conseqüentemente, esses mesmos grupos se tornarão mais vulneráveis aos efeitos de desastres subsequentes. |
| - Numa curta escala de tempo (anos, talvez décadas), não haverá solução para as inundações em Montenegro. Nessa perspectiva de curto prazo, devemos adotar e implantar medidas de resiliência às inundações, com foco na Prevenção e Mitigação. Com cada vez mais clareza e certeza científica a respeito do que podemos e devemos fazer, todos, a nível de pessoa, família, comunidade, institui- |

ções públicas e privadas, devemos reunir esforços para criar uma Montenegro resiliente às inundações. Será essa mudança de paradigma que permitirá um futuro melhor as próximas gerações de cidadãos montenegrinos.

- Devem ser implantados Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil (NUPDECs²), funcionando como elo entre a comunidade e a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. O ideal é que sejam estabelecidos em organizações sociais já existentes nas comunidades (igrejas, associações de moradores etc.). Além de funcionar como estruturas educativas e informativas à população, os núcleos comunitários podem constituir apoio operacional à Defesa Civil, através de voluntários treinados para esse fim.

- Devemos agir em prol de uma Mudança Cultural, objetivando conscientizar e mobilizar a sociedade e as autoridades sobre a importância da redução do risco de desastres e da segurança geral da população. Essa mudança exige esforços contínuos de longo prazo, devendo ser continuada no decorrer de diferentes gestões municipais. Envolve tanto ações educativas (palestras, cursos, capacitações) quanto articulações políticas para conscientizar gestores públicos e a população da existência dos riscos e da necessidade de um esforço conjunto e harmônico para a redução do risco de desastres.

Fonte: Autor (2025).


5.1.4 Repercussão social

A repercussão social decorrente de informações técnicas fornecidas pelo autor ao telejornalismo local, abordando as inundações do Rio Caí sob a perspectiva da dinâmica fluvial, da gestão de riscos hidrológicos, das mudanças climáticas e da resiliência socioambiental/climática, revelou importantes elementos sobre a percepção social dos desastres hidrológicos no município.

A figura 13 mostra a matéria veiculada na página da TV Mon HD. Com base nesta publicação foi possível analisar a reação de parte da população às informações divulgadas.

² NUPDEC: grupos comunitários voluntários, vinculados à Defesa Civil, que atuam na prevenção, preparação e resposta a desastres, fortalecendo a participação social e a resiliência local.

Figura 13 - Reportagem da TV Mon HD no facebook.



facebook.com/photo.php?fbid=1282711457202165&set=pb.10063899676506.-2207520000&type=3

TV Mon HD - Canal 6
17 de outubro de 2025

Geólogo avalia que assoreamento e alargamento da margem do Cai não interferiram na vazão durante enchente

Mateus Dalchiavon Generoso é Geólogo, formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental, além de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos .

Em estudo divulgado recentemente ele diz que "muito se fala que o Rio Cai estaria totalmente assoreado após as inundações de abril/maio de 2024. Podemos analisar os levantamentos batimétricos (o relevo do canal do rio) dos processos de licenciamento das empresas de dragagem de areia junto à cidade. Comparando-se levantamentos realizados antes e depois das recorrentes e maiores inundações já registradas em Montenegro, os levantamentos concluíram que: "Foi identificada uma deposição anormal de sedimentos de grande porte ao longo das margens do rio variando de 0,50 e podendo chegar a 2 metros em alguns pontos. Em alguns pontos foi visível a mudança de inclinação do talude do leito deixando-se com menor inclinação. Nos locais de curvatura do rio que historicamente sofrem com erosão foi possível identificar um alargamento do leito do rio da ordem de 2 metros para dentro da curva. De modo geral, os eventos de enchentes seguidas tornaram o rio mais planificado, com margens menos inclinadas, com maior quantidade de sedimentos no fundo ao longo de um afastamento de 20 metros da margem e manutenção ao longo de todo rio da cota de fundo do rio, mantendo-se estável o bed rock".

Para Mateus houve uma maior deposição de sedimentos no leito do rio, mas ao mesmo tempo houve o seu alargamento (erosão das margens) e planificação. "Seriam necessários estudos detalhados, mas é possível inferir que esse balanço entre maior deposição de sedimentos e alargamento das margens não tenha causado mudanças significativas na vazão do rio", diz. (Foto: Portal Luterano) [Ver menos](#)

216 140 37

Curtir Comentar Compartilhar

Fonte: TV Mon HD (2025), printscreen de publicação no facebook.

A figura 14 demonstra uma sequência de comentários de alguns leitores da notícia acima (selecionados pelo autor de um total de 140).

Figura 14 – Comentários de alguns leitores na publicação da reportagem.



Fonte: TV Mon HD (2025), printscreen de postagem em rede social.

A análise qualitativa dos comentários públicos associados à divulgação da entrevista evidencia um elevado grau de desconhecimento conceitual acerca dos processos naturais de inundação, da função geomorfológica das planícies fluviais e do papel da bacia hidrográfica no comportamento dos rios. Observou-se, de forma recorrente, a associação simplificada entre assoreamento e controle das inundações, frequentemente acompanhada da defesa de soluções estruturais isoladas, como a dragagem do leito do rio, apresentadas como respostas universais aos eventos extremos.

Além da desinformação, os comentários evidenciam a presença de desconfiança em relação ao conhecimento científico e às instituições públicas, expressa por discursos que deslegitimam a formação universitária, o trabalho técnico especializado e os estudos ambientais, muitas vezes associados a percepções ideológicas ou a supostos interesses políticos. Esse cenário revela não apenas uma lacuna informacional, mas uma fragilidade mais profunda na construção de uma cultura científica e ambiental no âmbito local, na qual o saber técnico-científico não é reconhecido como instrumento legítimo para a compreensão e o enfrentamento dos riscos socioambientais.

Esta ocorrência de ataques pessoais e de narrativas simplificadoras em contextos de desastres reforça a ausência de processos educativos continuados capazes de promover a leitura crítica do território, o entendimento dos processos naturais e o fortalecimento da resiliência socioambiental da população. A desinformação e a desconfiança do conhecimento científico é uma grande barreira para a construção da resiliência, o que ao mesmo tempo robustece a justificativa para a criação do LABiCAÍ, que atua justamente no cerne desse problema.

5.1.5 Síntese analítica e implicações para o LABiCAÍ

A análise integrada da observação institucional prolongada e do *feedback* populacional evidencia um cenário marcado por fragilidades estruturais na EA voltada às inundações no município de Montenegro. Embora existam iniciativas recorrentes de EA, estas se apresentam majoritariamente de forma temática, pontual e reativa, sem articulação sistemática com o território, com a dinâmica da bacia hidrográfica e com os processos naturais de inundação. Essa lacuna pedagógica reflete diretamente a percepção social dos eventos extremos, caracterizada por interpretações

simplificadas, desconfiança em relação ao conhecimento técnico-científico e centralização de demandas em soluções estruturais isoladas, como a dragagem do leito fluvial, descoladas de uma abordagem preventiva e integrada através de um olhar sistêmico a nível de bacia hidrográfica. No quadro 8 é apresentado um diagnóstico síntese, relacionando os resultados encontrados a partir da análise da EA municipal, analisando-os à luz do referencial teórico.

Quadro 8 - Diagnóstico da EA em Montenegro.

| Resultado encontrado | Referencial teórico relacionado | Análise e solução |
|---|---|--|
| EA fragmentada, pontual e temática. | Sauvé (2005b); Menegat (2008); Gruenewald e Smith (2008). | <u>Análise</u> : a EA local ignora o território. <u>Solução</u> : deve-se superar o isolamento da escola em relação à comunidade. |
| Abordagem reativa das inundações (pós 2024). | Liao (2012); McClymont <i>et al.</i> (2020). | <u>Análise</u> : gestão pública reativa; a falta de preparação (que a EA promoveria) leva a aprendizados "dolorosos" e "catastróficos". <u>Solução</u> : investir na EBL como estratégia contínua das políticas de gestão de riscos e desastres hidrológicos. |
| Falta de diretrizes institucionais e projetos permanentes. | PNEA (Lei 9.795/99), art. 2º e 5º; PNPDEC (Lei 12.608/12), art. 3º e 5º. | <u>Análise</u> : ausência de um projeto contínuo de EA, contrariando os princípios da PNEA (essencial e permanente) e os objetivos da PNPDEC (desenvolver consciência nacional acerca dos riscos). <u>Solução</u> : desenvolver políticas públicas e implantar projetos permanentes de EA para resiliência climática. |
| Desinformação e desconfiança no conhecimento científico (análise dos comentários em redes sociais). | UNESCO (2024). Greening Curriculum Guidance (alfabetização midiática). | <u>Análise</u> : fenômeno social contemporâneo verificado no contexto local (desinformação climática nas redes sociais). <u>Solução</u> : investir no uso pedagógico das redes sociais. |

Fonte: Autor (2026).

Nesse contexto, o LABiCAÍ configura-se como um produto técnico-educacional estratégico, ao propor uma metodologia contínua, territorializada e baseada na leitura crítica da paisagem, capaz de articular EA, conhecimento científico e gestão de riscos hidrológicos. Ao atuar prioritariamente nos anos finais do ensino fundamental, o

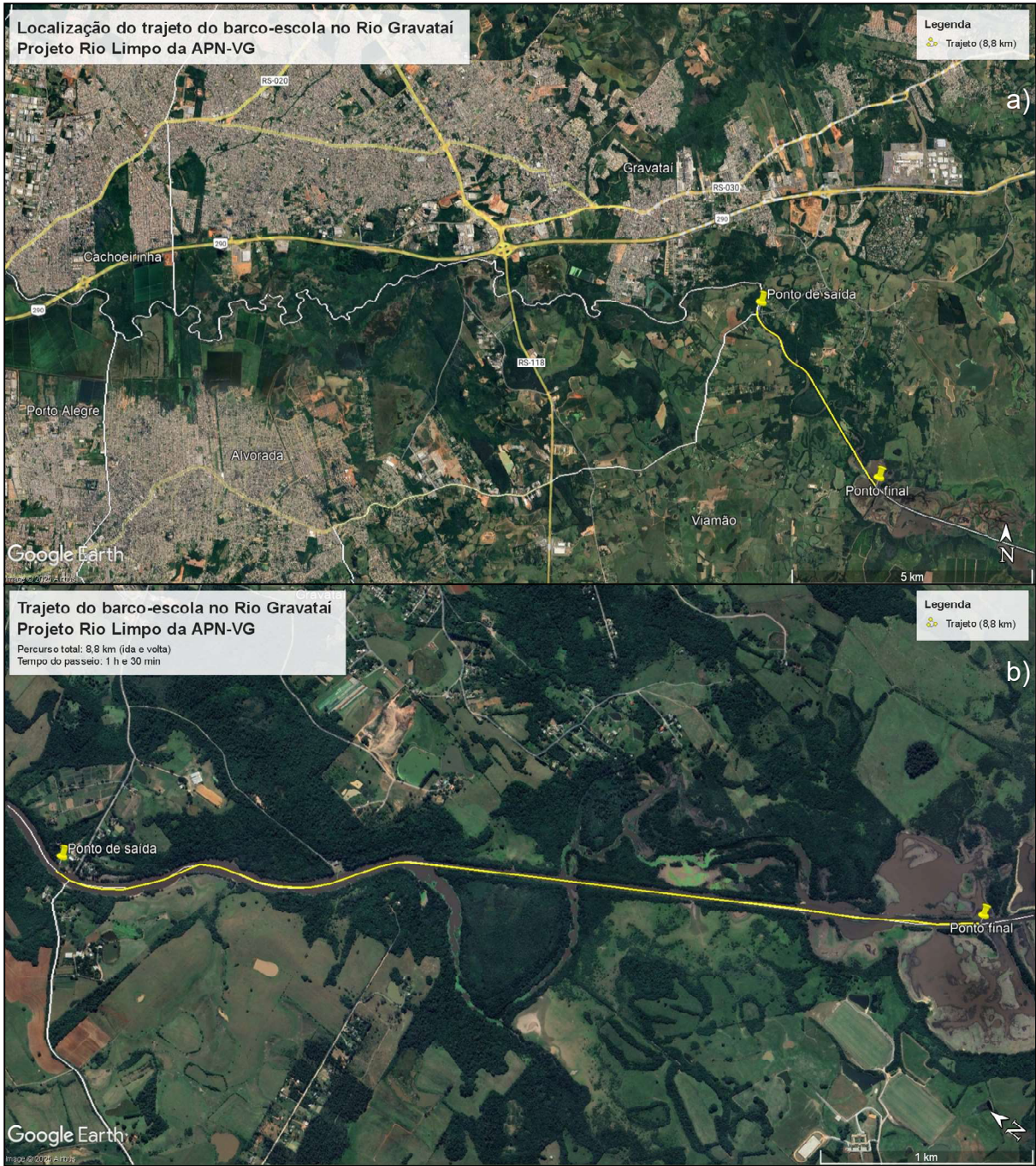
LABiCAÍ busca contribuir para a formação de sujeitos capazes de compreender os processos naturais associados às inundações, qualificar o debate público local e fortalecer a construção da resiliência socioambiental no município.

5.2 AVALIAÇÃO DO PASSEIO NO BARCO-ESCOLA DO PROJETO RIO-LIMPO, NO RIO GRAVATAÍ

Uma iniciativa da Associação de Preservação da Natureza Vale do Gravataí (APN-VG), organização fundada no ano de 1979, o Projeto Rio Limpo iniciou suas atividades no ano de 2014, tendo sido contemplado numa seleção com outras 700 propostas através do Programa Petrobras Socioambiental.

O barco-escola atua como ferramenta pedagógica voltada à EA com foco no saneamento básico e usos da água, que são trabalhados em sala de aula ou junto à comunidade em seminários interativos, palestras, oficinas de arte, atividades culturais (arte e música), curso de formação de professores e, por fim, a visita técnica a bordo do barco-escola Rio Limpo (APN-VG, 2016). A embarcação percorre as águas do Rio Gravataí, na divisa entre os municípios de Gravataí e Viamão (figuras 15 e 16).

Figura 15 - (a) Mapa de localização e (b) trajeto do barco-escola do Projeto Rio Limpo.



Fonte: Autor (2025).

Figura 16 – Barco-escola do Projeto Rio Limpo navegando no Rio Gravataí.



Fonte: Giro de Gravataí (2024) e canal Mato do Júlio no Youtube (2023), printscreen de vídeos.

5.2.1 Atividades realizadas pelo Projeto Rio Limpo com o barco-escola

Conforme registrado na página da APN-VG na rede social Instagram³, diversas atividades de EA são realizadas a bordo do barco-escola. Desde passeios técnicos guiados, passeios relacionados a eventos ambientais (Fórum de Arborização e Semana Interamericana da Água, por ex.), saídas de campo de grupos universitários, além de passeios com os alunos da rede de ensino básico de Gravataí e dos demais municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí (Alvorada, Cachoeirinha, Canoas, Glorinha, Gravataí, POA, Santo Antônio da Patrulha, Taquara e Viamão). Também são realizadas algumas atividades culturais, como o Projeto Canções para um Rio Vivo, em que artistas se apresentam durante um passeio pelo rio Gravataí. As figuras 17 e 18 ilustram algumas dessas atividades.

³ <https://www.instagram.com/apn.vg/>

Figura 17 - (a) Participantes do XIV Fórum Gaúcho de Arborização, (b) alunos do Instituto Federal do Rio Grande do Sul e (c, d, e) alunos da rede básica.



Fonte: Página da APN-VG no Instagram.

Figura 18 - (a, b) Eventos culturais do projeto Canções para um Rio Vivo e (c, d) divulgação do projeto Rio Limpo na RBS-TV em 2016 e 2023.



Fonte: Página da APN-VG no Instagram, printscreen de vídeos (sup.) e Canal Mato do Júlio no Youtube, printscreen de vídeos (inf.).

5.2.2 Saída de campo a bordo do barco-escola

Em 18 de outubro de 2025 foi realizada saída de campo visando coletar dados durante um passeio a bordo do barco-escola do Projeto Rio Limpo. O dia da aula-passeio marcava o final da 32ª Semana Interamericana da Água, sendo o público presente alguns dos participantes deste evento. O passeio foi guiado pela coordenadora-executiva do Projeto Rio Limpo, a Bióloga Norine Iara Paloski, e por dois membros da tripulação que conduziram a embarcação. Mesmo sob condições climáticas com chuvas intercaladas, o passeio ocorreu normalmente.

Antes da embarcação iniciar o trajeto, todos os tripulantes receberam um colete salva-vidas. Posteriormente, um panfleto contendo o mapa do trajeto e algumas informações sobre o passeio foi entregue aos passageiros. O passeio ocorreu em um trecho de 8,8 quilômetros, com 1 hora e 30 minutos de duração.

Durante o trajeto, a coordenadora do passeio explicou aspectos da fauna, flora, geologia, qualidade e tratamento da água (que ali é captada para abastecer quase metade da população de Gravataí), inundações, limites com outros municípios, bem como aspectos da história vinculados ao Rio Gravataí e o fato de o passeio ocorrer dentro da maior unidade de conservação do Rio Grande do Sul, a Área de Proteção Ambiental (APA) do Banhado Grande. O passeio também contou com cinco paradas técnicas, em locais mapeados na rota do passeio e indicados como pontos de explicação.

A figura 19 ilustra alguns momentos do passeio.

Figura 19 – (a) Rio Gravataí, (b) ambientes alagados associados e (c, d) participantes contemplando a paisagem durante a visita guiada.



Fonte: Autor (2025).

O passeio a bordo do barco-escola do Projeto Rio Limpo permitiu avaliar o potencial pedagógico dessa ferramenta para ações de EA em ambientes fluviais. Foi possível verificar que a navegação associada à condução técnica qualificada favorece a compreensão integrada do território, de aspectos referentes à qualidade da água, à biodiversidade e à dinâmica das inundações, reforçando o caráter educativo da atividade.

Abaixo segue uma relação dos principais aspectos positivos e negativos observados durante o passeio. A análise destes pontos poderá contribuir para subsidiar o desenho do barco-escola do LABiCAÍ, indicando elementos que podem ser incorporados, aprimorados ou evitados na proposta para o município de Montenegro.

Aspectos positivos:

- Condução técnica do passeio. Durante todo o trajeto, as informações e explicações por parte da Bióloga Norine foram essenciais para um maior aprendizado e percepção dos aspectos observados no trajeto. Além disso, a

possibilidade de sanar dúvidas durante o passeio com a profissional foi um diferencial.

- Diálogo aberto entre os participantes, através do intercâmbio de conhecimentos.
- Baixa velocidade do passeio, otimizando a contemplação da paisagem.
- Uso de material bibliográfico de apoio durante a navegação, qualificando as explicações técnicas (Livro Flora e Fauna do Rio Gravataí e Ecossistemas Associados).

Aspectos negativos:

- A falta de um local confortável para espera. Como ao chegar estava chovendo, havia um local coberto (abaixo de uma edificação), porém sem bancos.
- Por conta da chuva, antes de iniciar o passeio os bancos estavam molhados. Um dos tripulantes retirou o excesso de água dos bancos, porém mantiveram-se um pouco úmidos.
- Não havia panfletos suficientes para serem entregues a cada membro, para que pudessem levá-lo como recordação do passeio.
- Não havia água para hidratação disponível no passeio.
- Não haviam mapas ou outras ferramentas visuais para utilização nas explicações durante o passeio.
- Apesar de a embarcação possuir lonas laterais para proteção contra a chuva, as mesmas não foram utilizadas nos momentos em que havia chuva atingindo o interior da embarcação. Segundo a coordenadora executiva, estas proteções não são mais utilizadas pois acabavam mofando após os passeios, por manterem água da chuva em sua superfície.

Entre os aspectos positivos observados durante o passeio, destaca-se a presença de um profissional habilitado para a condução das explicações ao longo de todo o trajeto. O domínio técnico da bióloga, aliado ao conhecimento aprofundado do percurso e dos aspectos ambientais do Rio Gravataí, contribuiu significativamente para a qualificação da atividade pedagógica. Além disso, a possibilidade de esclarecer dúvidas em tempo real e de dialogar com os participantes favoreceu uma compreensão integrada da paisagem.

Os aspectos negativos observados estão relacionados principalmente a questões logísticas e operacionais, não comprometendo o caráter educativo da atividade. Esses pontos evidenciam a importância de prever, no planejamento do barco-escola do LABiCAÍ, estruturas mínimas de apoio ao embarque (local para recepção dos participantes), disponibilidade de materiais educativos suficientes, fornecimento de água e utilização de recursos visuais de fácil manuseio durante a navegação. A identificação dessas limitações contribui para o aprimoramento do projeto proposto, evitando a reprodução de fragilidades e fortalecendo a experiência pedagógica a bordo.

5.3 AVALIAÇÃO DO BARCO-ESCOLA MARTIM PESCADOR COMO REFERÊNCIA COMPLEMENTAR

O Barco-Escola Martim Pescador, do Instituto Martim Pescador, esteve em atividades entre os anos de 2003 a 2015, transportando 250 mil pessoas pelas águas do Rio dos Sinos (figura 20). Segundo Agápio (2024), em entrevista concedida à ULBRA TV, o barco-escola era o carro chefe do instituto, instituído em 2002, e que atuava na preservação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

Figura 20 - Barco-escola do Instituto Martim Pescador no Rio dos Sinos.



Fonte: Behrend (2026), SPH (2005) e Hidrovida (2026).

A embarcação possuía aproximadamente 16 metros de comprimento, 6 metros de largura, altura de 2,2 metros e calado de cerca de 50 centímetros quando em plena capacidade, podendo transportar até 58 pessoas. O barco dispunha ainda de um terraço superior com capacidade para aproximadamente 20 pessoas (figura 21), além de dois banheiros com sistema de coleta, o que lhe conferia condições adequadas para atividades educativas de maior duração.

Figura 21 – Público no terraço do barco-escola Martim Pescador.



Fonte: Instituto Martim Pescador (2009) e Apoema (2007).

Conforme informações do Instituto Martim Pescador na Ficha de Inscrição do 17º Prêmio Expressão de Ecologia, o barco-escola Martim Pescador, concebido como uma sala de aula flutuante, era equipado com diversos instrumentos voltados à interpretação ambiental, como instrumentos de navegação, réplicas de espécies da fauna, mapas e livros, ampliando as possibilidades didáticas durante as navegações. Esses recursos permitiam uma abordagem multissensorial dos conteúdos trabalhados, favorecendo a observação direta e a compreensão dos processos ambientais associados ao rio (figura 22).

Figura 22 - Dinâmicas e instrumentos a bordo do Martim Pescador.



Fonte: Apoema (2007).

As atividades do barco-escola eram desenvolvidas no trecho inferior do Rio dos Sinos, dentro dos limites do município de São Leopoldo, com um percurso aproximado de 8 km. Cada navegação tinha duração média de 1 hora e 40 minutos e era direcionada principalmente a estudantes e professores da rede de ensino básico, configurando-se como aula vivencial mediada por profissionais da área ambiental, especialmente biólogos.

Durante o trajeto, os participantes tinham a oportunidade de observar, de forma orientada, diferentes aspectos socioambientais da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS). Entre os temas abordados destacavam-se as entradas de arroios e as condições desses afluentes, lançamentos de efluentes industriais, ocupações irregulares nas margens, introdução de espécies exóticas da fauna e da flora, extrações irregulares de recursos minerais, práticas de pesca predatória, desmatamento da vegetação ciliar e presença de resíduos sólidos. Esses elementos eram utilizados como ponto de partida para reflexões sobre a degradação ambiental e a responsabilidade coletiva na contaminação dos recursos hídricos.

Além da identificação de passivos ambientais, o percurso também permitia a visualização de trechos ainda preservados, onde a mata ciliar se mantinha mais densa, a fauna silvestre era perceptível e os processos naturais mais evidentes. Esses contrastes eram explorados pedagogicamente para estimular a valorização dos ambientes naturais remanescentes e a compreensão da importância da conservação dos ecossistemas fluviais e associados, como banhados e áreas úmidas.

A metodologia adotada baseava-se em aulas dialogadas e observação dirigida, integrando conteúdos relacionados à qualidade da água, saneamento básico, saúde preventiva, biodiversidade, história do uso do rio e características socioambientais da bacia. Ao final das navegações, eram realizadas reflexões coletivas, incentivando os participantes a repensarem suas atitudes cotidianas em relação ao meio ambiente, tanto em âmbito individual quanto coletivo. A experiência buscava resgatar a conexão entre a população e o rio, frequentemente percebido apenas de forma superficial ou negativa, apesar de sua importância para o abastecimento público e a manutenção da vida urbana.

As atividades do Barco-Escola Martim Pescador foram encerradas no ano de 2015 em razão de questões administrativas e trabalhistas, com a embarcação retida como garantia em ações movidas por ex-funcionários.

5.4 DIAGNÓSTICO TERRITORIAL

A relação entre cidades e inundações traz consigo inúmeras consequências desfavoráveis, incluindo enormes prejuízos econômicos e danos sociais irremediáveis. Com a intensificação do processo de urbanização, aliado às consequências das mudanças climáticas, os danos decorrentes destes desastres naturais têm aumentado significativamente nos últimos anos.

Em uma bacia hidrográfica antropizada, modificada pela presença de núcleos urbanos (altos índices de impermeabilização do solo), pela remoção da cobertura vegetal na zona rural para a agricultura e a pecuária (vegetação que atuaria na interceptação da água da chuva, reduzindo o escoamento superficial e protegendo o solo da erosão), e por outras atividades humanas de uso e ocupação do solo, as vazões de escoamento da água da chuva serão superiores às de uma bacia natural. Assim, quando a bacia não possui condições de drenar ou armazenar o volume precipitado em tempo hábil, o nível da água sobe e o sistema é alagado (Miguez *et al.*, 2018).

Para Miguez *et al.* (2018), um desastre natural consiste nas consequências adversas de um evento sobre um ambiente vulnerável, excedendo a capacidade de resposta do sistema social atingido. Portanto, o desastre não é o evento em si (a inundação), mas os efeitos negativos provocados por esse evento no sistema atingido.

5.4.1 A Bacia Hidrográfica do Rio Caí

Uma bacia hidrográfica é definida como “uma área de captação da água de precipitação, demarcada por divisores topográficos, onde toda água captada converge para um único ponto de saída, o exutório” (Teixeira *et al.*, 2009, p.190).

A BHRC está situada no nordeste do estado do RS (figura 23), abrangendo 41 municípios gaúchos, com área de drenagem de 4.983 km² e população estimada em 656.577 habitantes (2020), sendo 86% em área urbana e 14% em área rural (RIO GRANDE DO SUL, 2022).

Figura 23 – Mapa das bacias hidrográficas gaúchas, destacando a BHRC.



Fonte: Autor (2025).

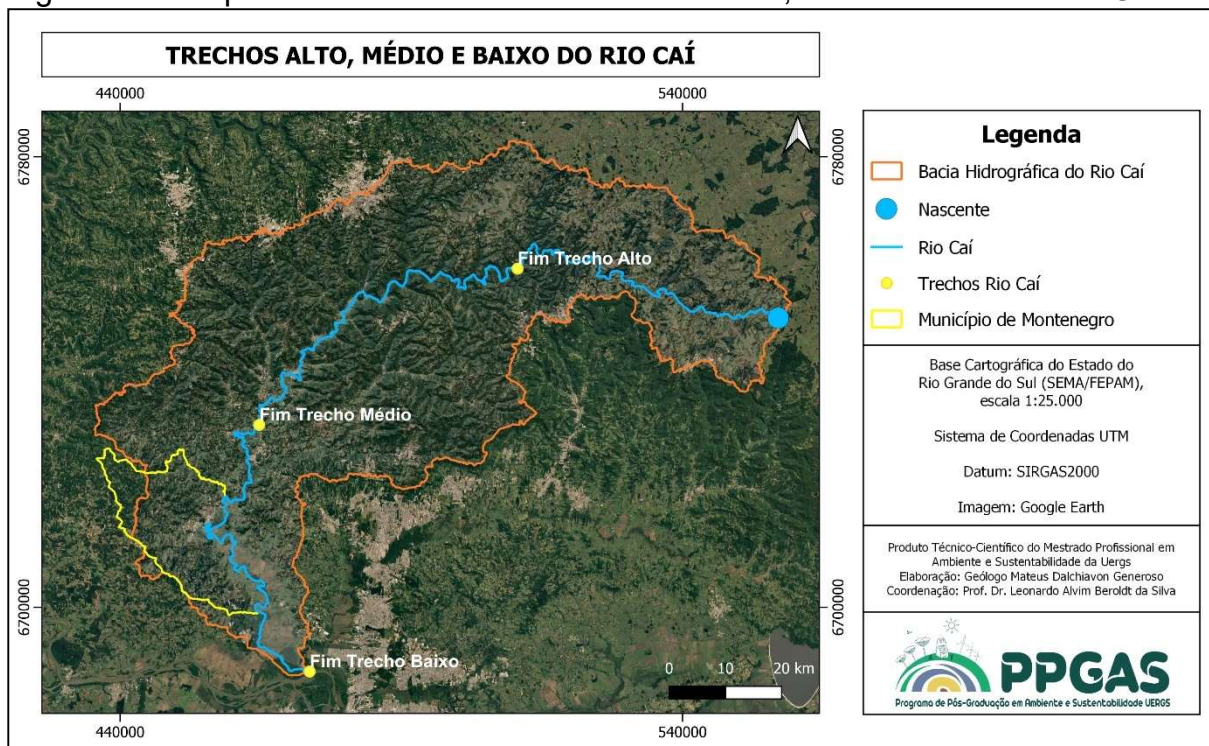
O contexto geomorfológico em que a cidade se formou abrange parte de um dos ambientes dos sistemas fluviais, a planície de inundação, formada pelas áreas planas que margeiam os cursos hídricos e que são periodicamente inundadas pelas águas transbordadas pelo rio principal e seus afluentes.

Nestes ambientes, as inundações são desencadeadas diante da ocorrência de elevados índices pluviométricos captados pela bacia hidrográfica e que superam a capacidade de escoamento da rede de drenagem em seus canais regulares — principalmente pelo rio principal, que é o receptor de toda água drenada na bacia —, fenômenos naturais que fazem parte da dinâmica fluvial natural de uma bacia hidrográfica com vastas planícies de inundações. “Quando as chuvas persistem por longo período criam-se as condições para a saturação do solo, onde qualquer chuva adicional poderá gerar escoamento superficial que, ao alcançar os canais naturais, extrapolam a sua capacidade de transporte” (Silva, 2016, p. 3).

Com um canal que se estende por 262 km, o Rio Caí nasce no planalto da Serra Geral, no município de São Francisco de Paula, a 935 metros de altitude, desaguando no Rio Jacuí, entre os municípios de Triunfo e Nova Santa Rita, no nível do mar, o que lhe confere uma elevada amplitude altimétrica.

Conforme o Relatório Temático A.2, elaborado para o Plano da Bacia (PROFILL, 2007), o Rio Caí pode ser dividido em três trechos: trechos alto, médio e baixo (figura 24).

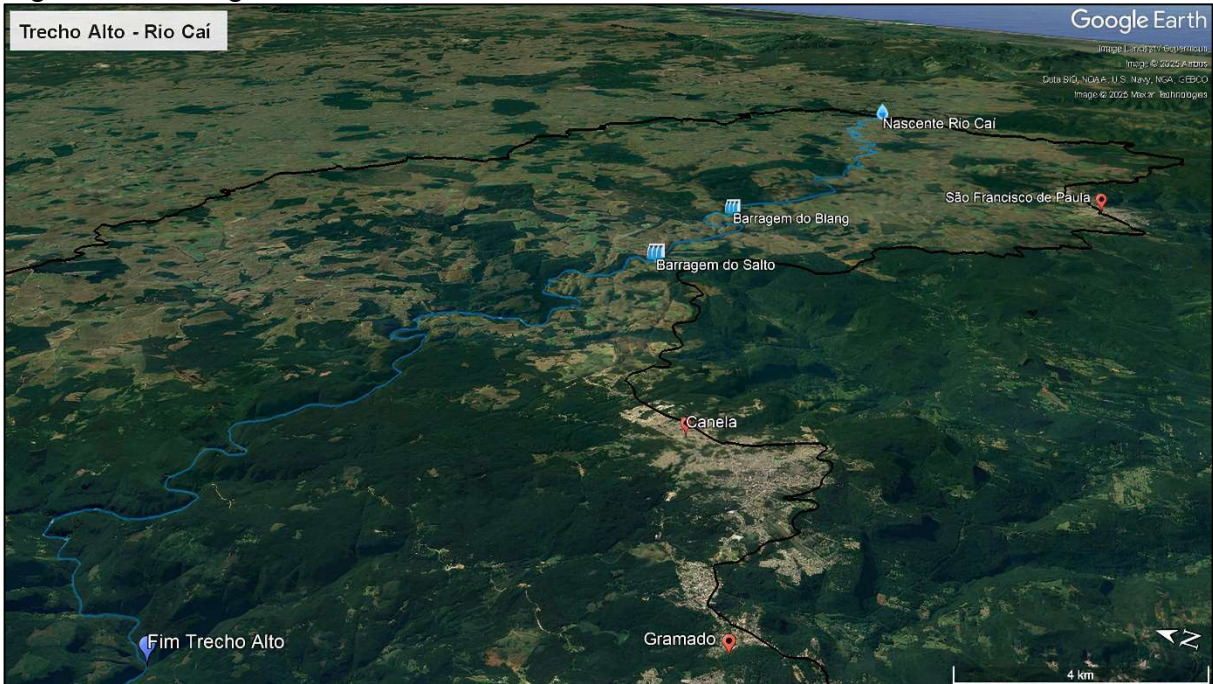
Figura 24 – Mapa indicando os limites dos trechos alto, médio e baixo do Rio Caí.



Fonte: Autor (2025).

O trecho alto apresenta como principais características cotas elevadas, relevo plano e a presença das barragens do Salto, Blang e Divisa (figura 25).

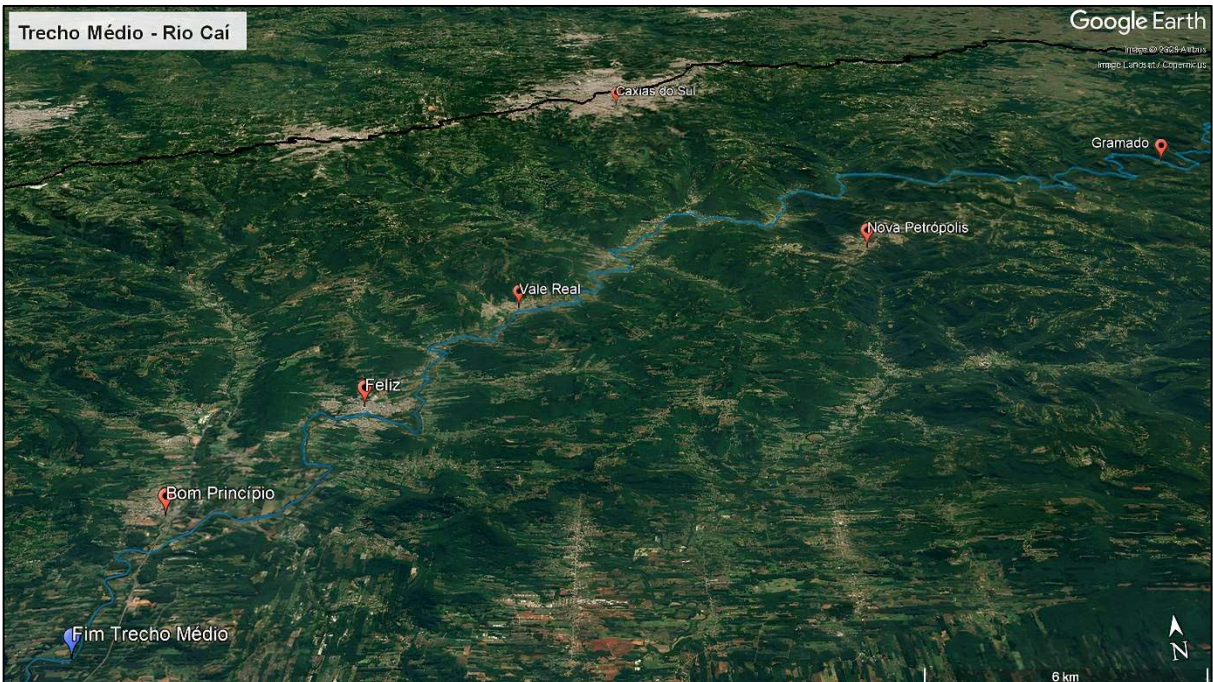
Figura 25 – Imagem de satélite ilustrando o trecho alto do Rio Caí.⁴



Fonte: Autor (2024).

O trecho médio apresenta relevo acidentado, correspondente à porção do rio encaixado nos vales da formação Serra Geral (figura 26).

Figura 26 – Imagem de satélite ilustrando o trecho médio do Rio Caí.

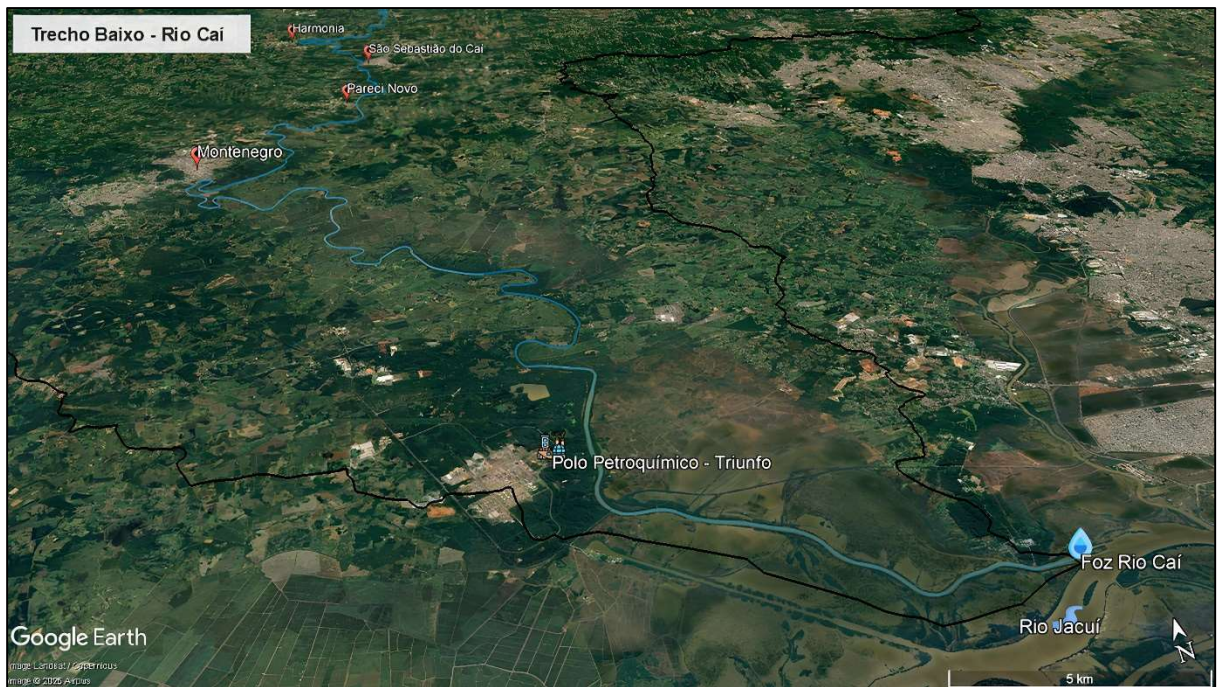


Fonte: Autor (2024).

⁴ As figuras 25, 26 e 27 apresentam visão oblíqua (perspectiva tridimensional), utilizando-se a ferramenta de inclinação da câmera no Google Earth para evidenciar a dimensão espacial do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Caí.

Já o trecho baixo, que vai do município de São Sebastião do Caí até o exutório no delta do Rio Jacuí, possui cotas baixas e relevo plano, associado às planícies de inundação, tendo como principal característica a ocorrência das inundações nas cidades de São Sebastião do Caí e Montenegro (figura 27).

Figura 27 – Imagem de satélite ilustrando o trecho baixo do Rio Caí.



Fonte: Autor (2024).

Estas características geomorfológicas conferem à bacia altas declividades longitudinais e transversais nas zonas de cabeceiras e baixas declividades longitudinais e transversais nas zonas mais baixas, onde ocorrem os eventos de inundação (figura 28).

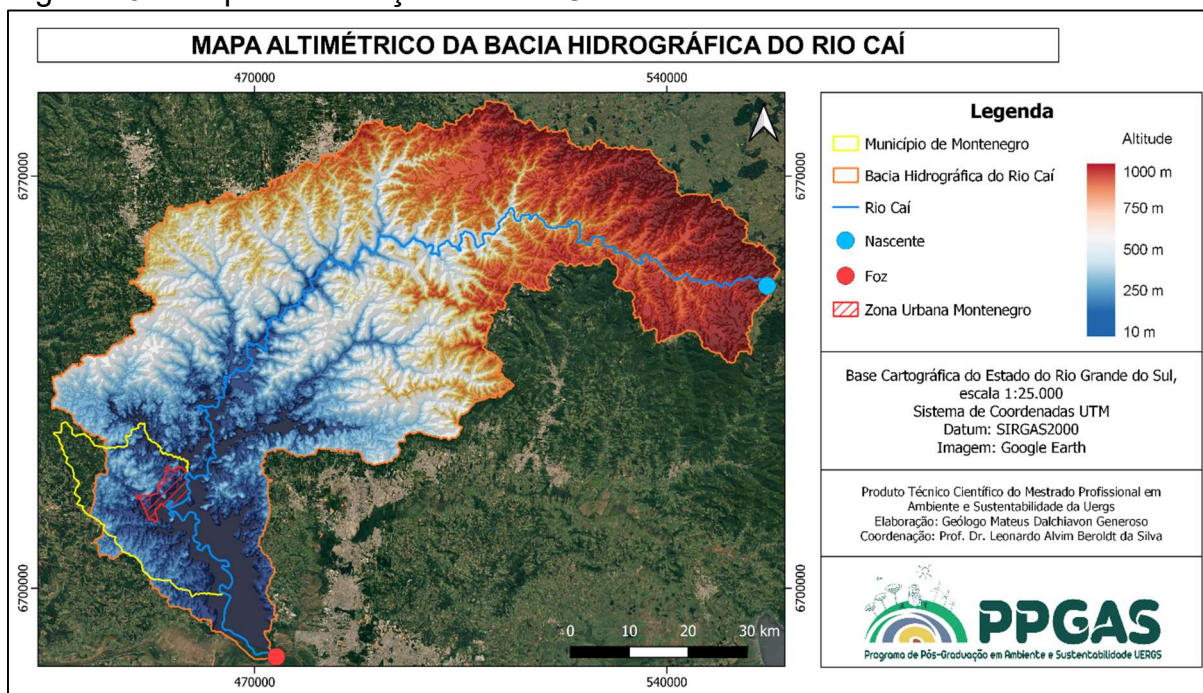
Figura 28 – Mapa em 3D da BHRC. A mancha azul corresponde à grande área de inundação formada nos eventos de maio de 2024 junto aos Rios Gravataí (a), Sinos (b), Caí, Taquari (c), Jacuí e Lago Guaíba.



Fonte: Autor (2025). Mancha de inundação: Fepam (2024).

O contraste altimétrico da BHRC evidencia-se de forma clara no mapa altimétrico apresentado na figura 29, o qual destaca a transição entre os trechos alto (tons vermelhos), médio (tons brancos) e baixo (tons azuis).

Figura 29 – Mapa de elevação da BHRC.



Fonte: Autor (2025).

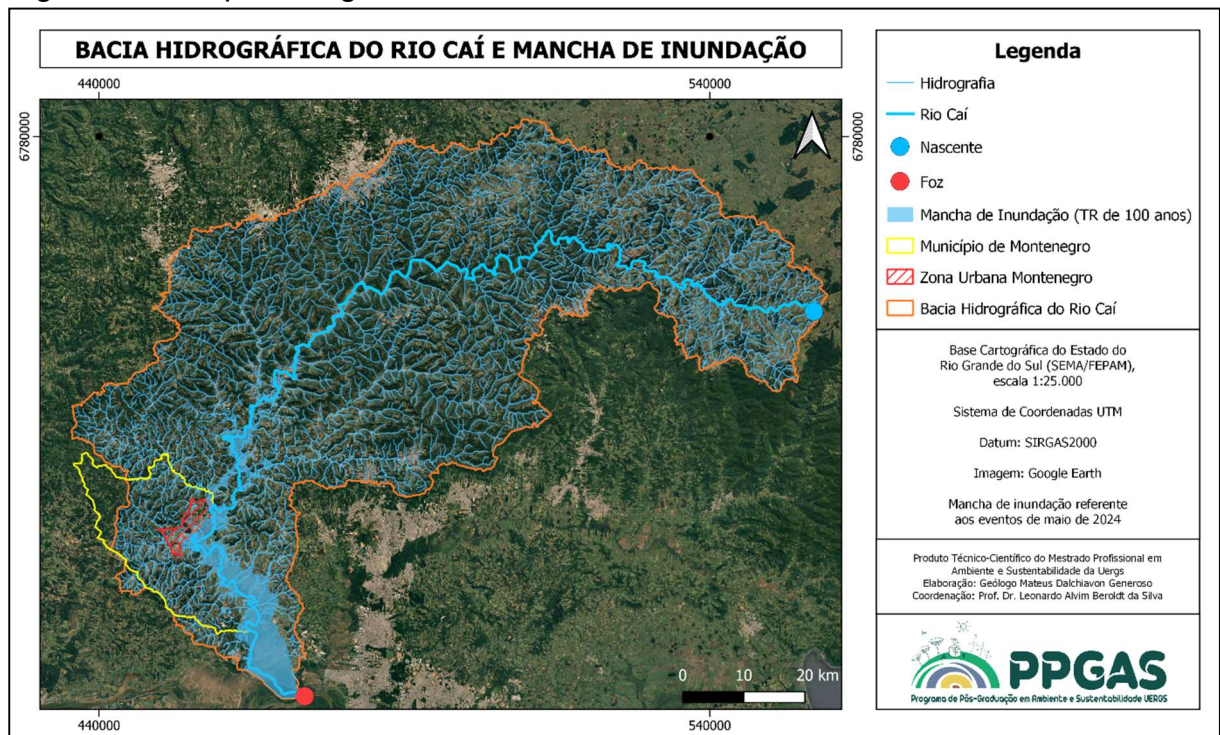
No trecho baixo da bacia, onde se insere o município de Montenegro, o rio passa a escoar em um domínio de baixíssima declividade, com tendência ao extravasamento lateral e à ocupação de extensas áreas durante suas inundações graduais. Nessa porção, a combinação entre o relevo plano e a condição de jusante reduz a eficiência do escoamento, ampliando os níveis e a duração das inundações, especialmente quando há elevação do nível de base no sistema Delta do Jacuí – Lago Guaíba, configurando o efeito de remanso (represamento das águas na sua foz e consequente diminuição da vazão do Rio Caí).

Assim, a elevada amplitude altimétrica da bacia associada a trechos médios encaixados e eficientes na drenagem das vazões e um trecho baixo plano e sujeito ao remanso explicam a recorrência e a expressividade das inundações em Montenegro. Além dessa combinação geomorfoestrutural, o atual sistema climático imprevisível e extremo, as previsões do IPCC para um aumento das inundações no RS bem como o registro histórico das inundações desde o início do século XX conferem à cidade de Montenegro a certeza da recorrência de eventos de inundações.

5.4.2 Geologia, hidrologia e dinâmica fluvial da BHRC

A hidrologia do Rio Caí desempenha papel central na configuração ambiental de Montenegro. Situado no trecho mais baixo da BHRC, o município se desenvolveu em associação direta com a planície de inundação, extensa área plana que margeia o canal principal do Rio Caí (figura 30).

Figura 30 – Mapa hidrográfico da BHRC.

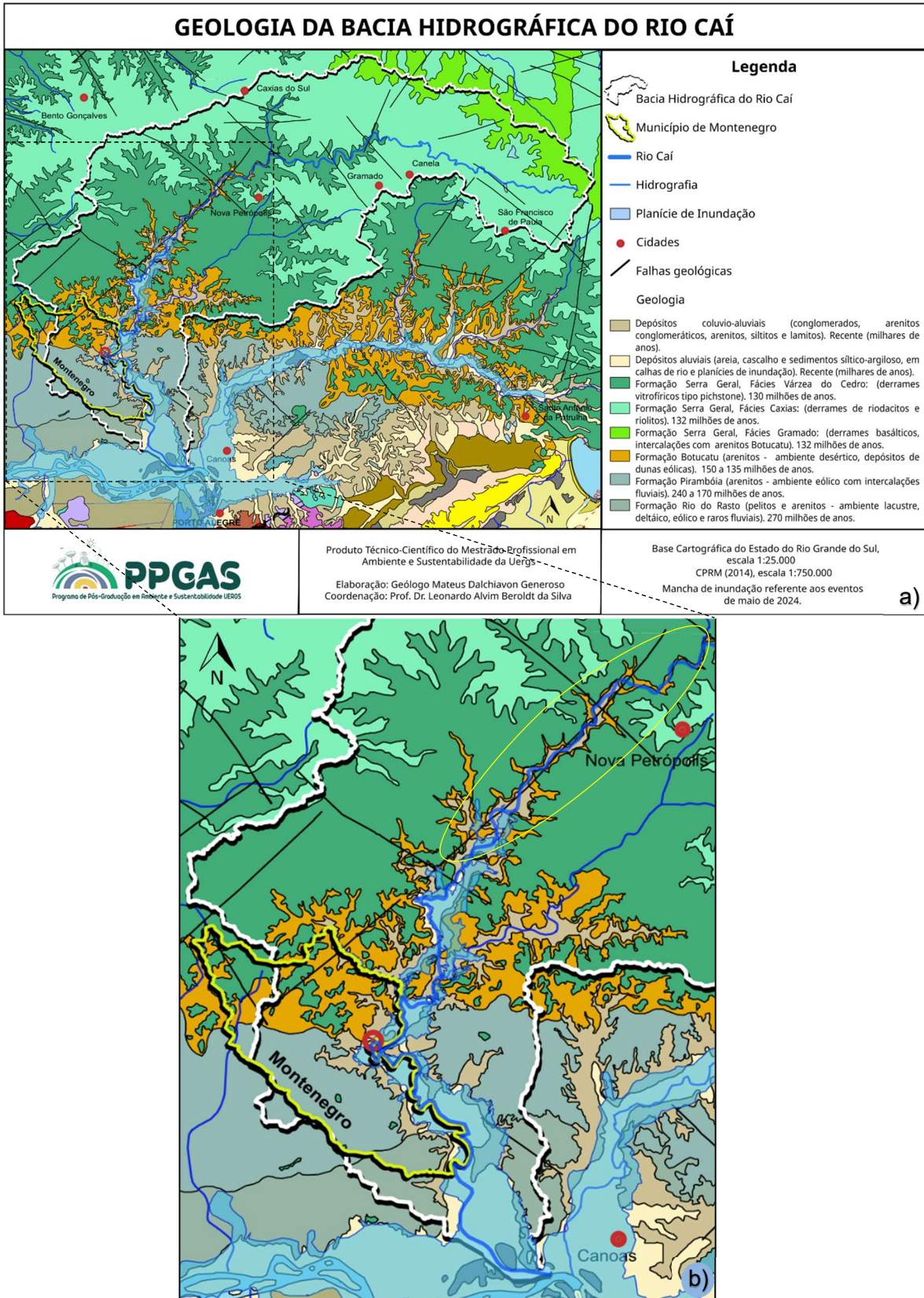


Fonte: Autor (2025).

A planície de inundação do Rio Caí é constituída por depósitos aluvionares (areias, siltes e argilas) formados ao longo do tempo geológico recente (figura 31a). Esses depósitos registram a dinâmica de erosão, transporte e sedimentação da BHRC, que em sua porção inferior configura-se como área de deposição final do material mineral transportado pela rede de drenagem da bacia hidrográfica.

Em seu trecho médio, a drenagem percorre vales encaixados e escarpados, frequentemente controlados por zonas de fraqueza, como fraturas, falhas e lineamentos estruturais, e que orientam o vale em uma direção preferencial NE-SO, encaixado em uma grande falha geológica, como pode ser visto na figura 31b.

Figura 31 – a) Mapa geológico da BHRC. b) Recorte do mapa geológico da BHRC destacando o trecho médio do Rio Caí (elipse amarela)⁵.



Fonte: Autor (2026). Adaptado de CPRM (2014).

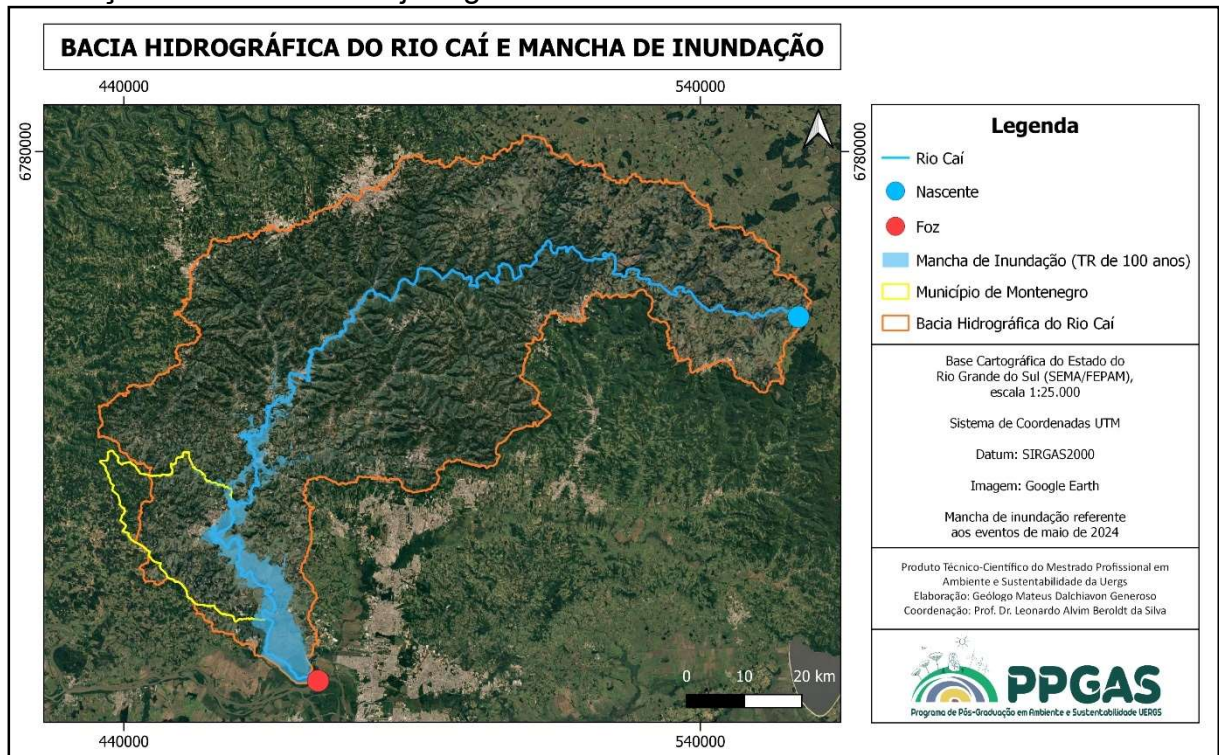
⁵ Verifica-se que o Rio Caí está encaixado em uma grande falha geológica (linha preta).

Este trecho, caracterizado por maior declividade e energia do relevo, apresenta elevada capacidade de transporte de sedimentos mais grossos, como cascalhos e areias, além de maior suscetibilidade a movimentos de massa em encostas íngremes durante eventos extremos de precipitação. Essa elevada amplitude altimétrica faz com que as águas provenientes das cabeceiras se desloquem com relativa rapidez em direção às porções inferiores da bacia, encontrando em Montenegro um ambiente com limitada capacidade de escoamento.

Nesse contexto, os processos de erosão fluvial associados à rede de drenagem da BHRC, fortemente condicionada por falhas e lineamentos estruturais herdados da evolução tectônica associada à fragmentação do Gondwana e ao vulcanismo fissural da Formação Serra Geral, vêm moldando a paisagem do Vale do Caí há aproximadamente 130 milhões de anos, idade que marca o encerramento dos principais eventos magmáticos relacionados à separação entre a América do Sul e a África (Renne *et al.*, 1992).

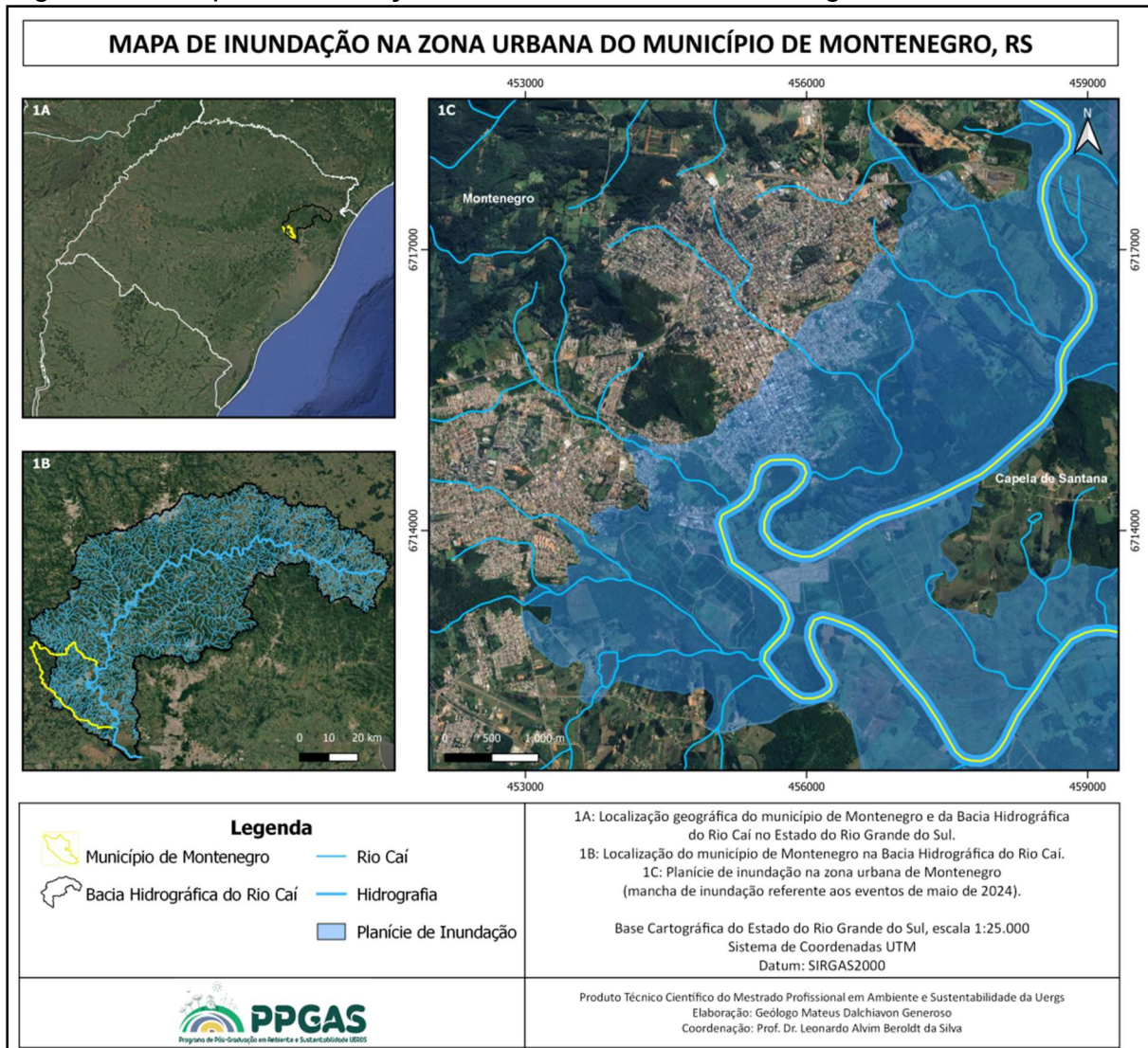
As figuras 32 e 33 ilustram a mancha de inundação referente ao evento de abril e maio de 2024 — o maior já registrado na história do município.

Figura 32 – Mapa da BHRC, destacando o território de Montenegro e a área de inundação do maior evento já registrado no Rio Caí.



Fonte: Autor (2024).

Figura 33 – Mapa de inundação na zona urbana de Montenegro.



Fonte: Autor (2024).

Diferente das inundações bruscas, denominadas enxurradas e que ocorrem em trechos de rios com declividade acentuada, apresentando forte poder destrutivo, as inundações do Rio Caí são classificadas como graduais, caracterizadas pela ocupação lenta das planícies de inundação e pelo alagamento de grandes extensões (Miguez *et al.*, 2018), possibilitando a desocupação prévia das áreas que venham a ser atingidas, evitando perdas humanas e possibilitando a minimização dos danos materiais — desde que haja um prévio planejamento e gestão do risco de inundação. A maioria dos eventos de inundação em Montenegro estão diretamente relacionados à precipitação intensa e continuada na região da bacia hidrográfica (figura 34).

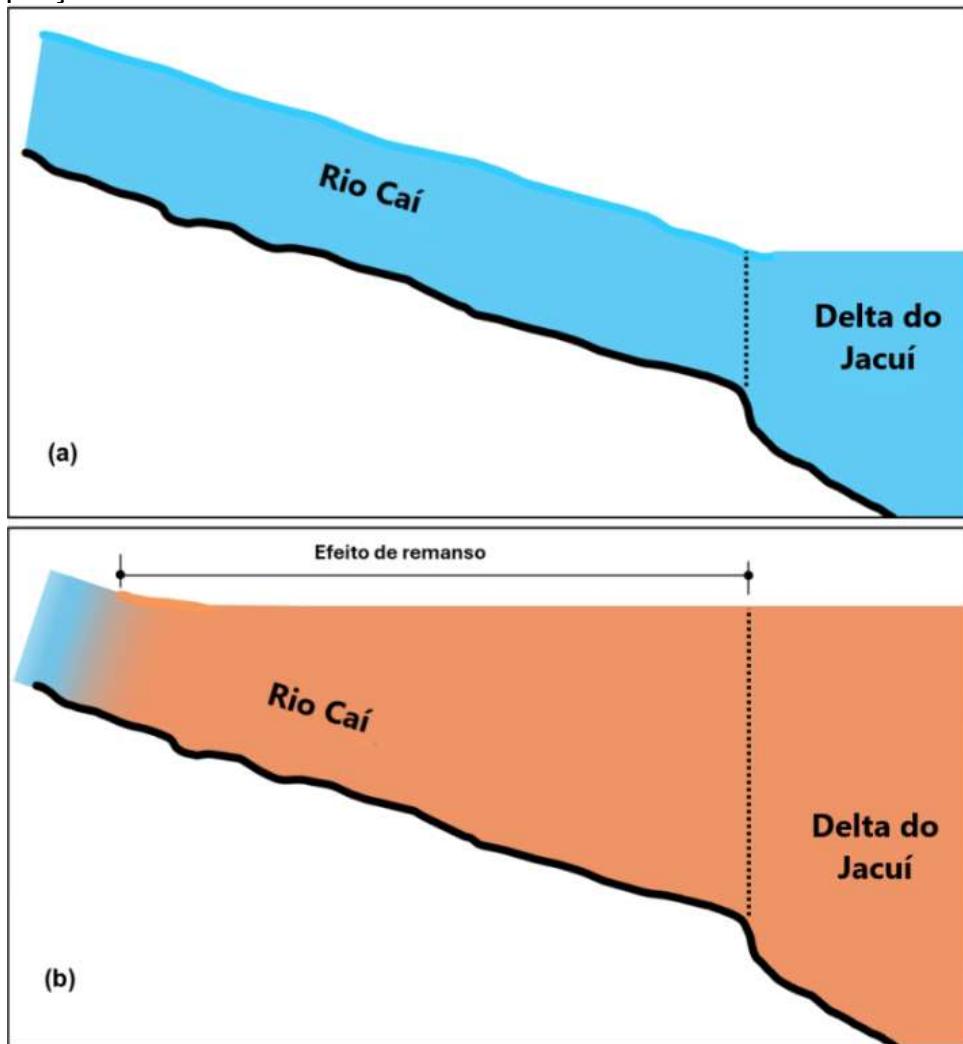
Figura 34 - Cidade de Montenegro na maior inundação já registrada em sua história (06/05/2024).



Fonte: Kasper (2024). Composição de duas fotos.

No entanto, como brevemente citado anteriormente, outro componente fundamental da dinâmica fluvial de Montenegro   o efeito de remanso provocado pelo Delta do Jacuí (RIO GRANDE DO SUL, 2014). Em determinados eventos, o aumento significativo dos níveis do Lago Guaíba e do Rio Jacuí — influenciados tanto por chuvas intensas em suas bacias quanto pela ação do vento e das marés — impede o escoamento natural das águas do Rio Ca , gerando retenção na sua porção baixa (figura 35). Quando o corpo receptor está elevado, o escoamento do Rio Ca    reduzido, fazendo com que o nível da água suba em direção ao município. Esse fen meno pode gerar inundações mesmo quando Montenegro e/ou a BHRC não apresenta acumulados elevados de precipitação, demonstrando a forte dependência hidrológica entre o trecho baixo do Rio Ca , o Jacuí e o Guaíba.

Figura 35 – Ilustração do efeito de remanso causado pelo nível do Delta do Jacuí nas porções baixas do Rio Caí.



Fonte: Adaptado de Instituto de Pesquisas Hidráulicas (2024).

De acordo com o Estudo de Alternativas para Minimização do Efeito das Cheias do Baixo Rio Caí (RIO GRANDE DO SUL, 2014), as maiores inundações observadas em Montenegro resultam de eventos combinados, quando a precipitação intensa nas cabeceiras coincide com níveis elevados no Delta do Jacuí. Os estudos realizados concluíram o seguinte sobre os mecanismos de formação das inundações no Rio Caí:

- a) Há grande coincidência entre grandes eventos de precipitação e as inundações no trecho baixo do Rio Caí;
- b) Alguns eventos com episódios de precipitação similares em magnitude resultaram em inundações com cotas diferentes, indicando a interferência do remanso no Lago Guaíba;
- c) Alguns eventos com episódios de precipitação não muito elevadas

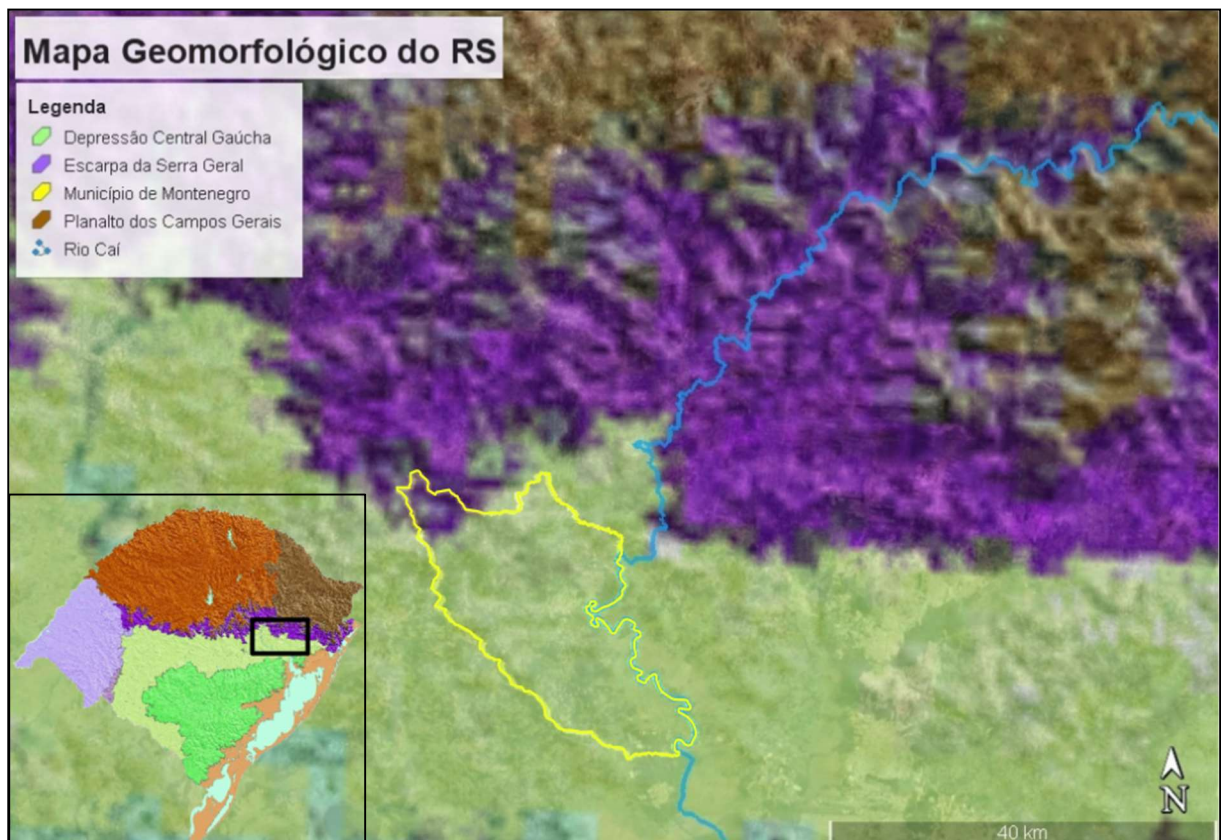
resultaram em inundações medianas ou grandes, indicando que a capacidade de influência do remanso do lago é elevada;

d) Subidas nos níveis do Lago Guaíba nem sempre ocasionam cheias no baixo Caí, indicando que é preciso haver o evento combinado entre as duas variáveis para que sejam observadas as cheias de maior magnitude.

5.4.3 Fisiografia do município de Montenegro

O município de Montenegro está inserido no contexto da Depressão Central do Rio Grande do Sul (figura 36), unidade geomorfológica caracterizada por superfícies relativamente planas e suavemente onduladas, formadas por longos processos de erosão e acumulação sedimentar (Dantas *et al.*, 2010). Esse compartimento funciona como uma extensa zona de ligação entre os terrenos elevados do planalto basáltico da Serra Geral e as áreas mais baixas associadas ao Delta do Jacuí.

Figura 36 - Mapa Geomorfológico do RS, destacando a região de Montenegro.

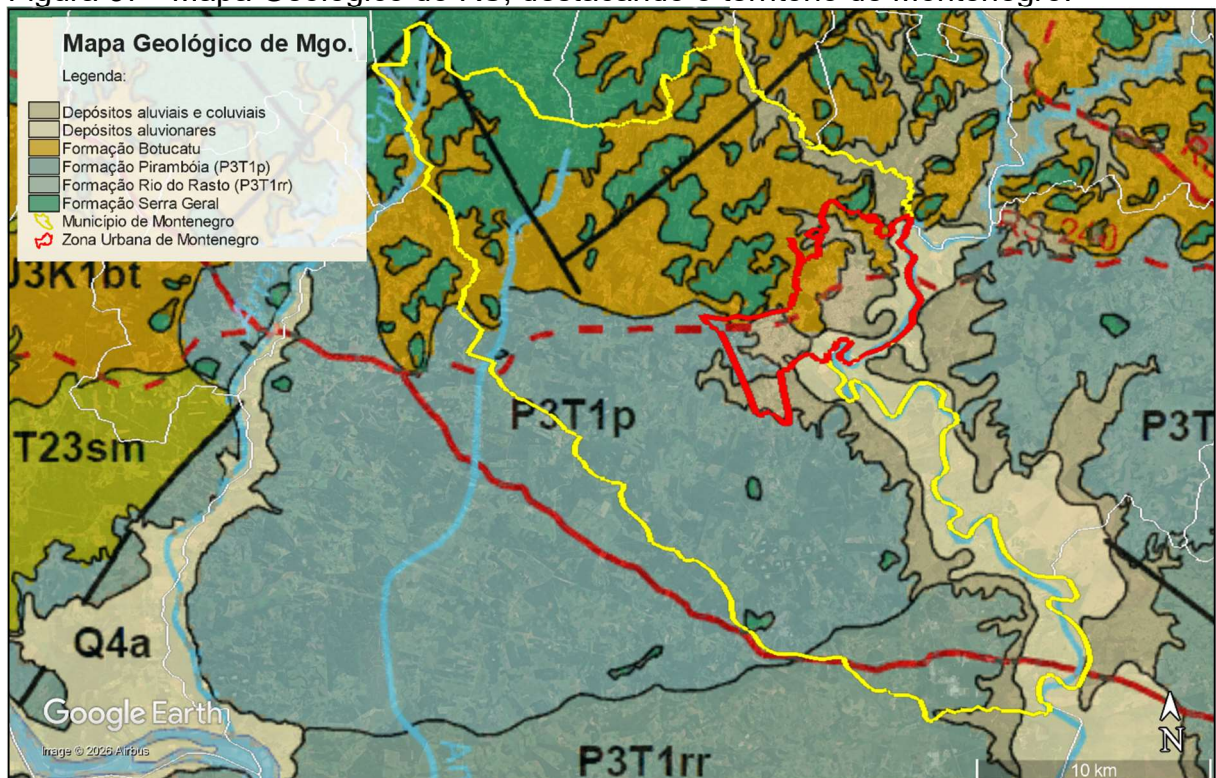


Fonte: Autor (2025). Imagens: Google Earth e Dantas *et al.* (2010).

Esse contato geomorfológico entre a Depressão Central ao sul e a transição para as Escarpas da Serra Geral ao norte moldam o território do município. A presença de morros isolados junto à área urbana — o Morro São João, o Morro dos Fagundes, o Morro Montenegro e o Morro da Mariazinha — expressa essa zona de transição morfoestrutural e serve de referência visual e ambiental da paisagem. Tratam-se de morros testemunhos, remanescentes erosivos da Formação Botucatu e que se destacam do relevo aplainado circundante, conferindo ao município contrastes topográficos marcantes e permitindo ampla observação do vale do Rio Caí.

Todo o limite leste do município de Montenegro, e que abrange parcela significativa de sua zona urbana, encontra-se assentado sobre planícies aluviais, formadas por sedimentos recentes depositados pelo Rio Caí e seus afluentes (figura 37). Nesse contexto geomorfológico manifestam-se as planícies de inundação, as quais configuram um elemento estruturante da fisiografia local, condicionando os usos e a ocupação do solo, a dinâmica de expansão urbana e as formas históricas de interação da população com o rio.

Figura 37 - Mapa Geológico do RS, destacando o território de Montenegro.



Fonte: Autor (2025). Imagens: Google Earth e CPRM (2014).

Já ao norte do município, à medida que a altitude aumenta em direção à Serra Geral, observa-se uma transição para um relevo mais ondulado, com afloramentos rochosos e drenagens mais encaixadas. Essa mudança fisiográfica explica parte da dinâmica hidrológica do território do município, que se assemelha à da BHRC: as áreas altas ao norte concentram maior energia de escoamento, enquanto as áreas mais baixas — depósitos aluviais e colúvio-aluviais ao longo das margens do Rio Caí — funcionam como exutório dos afluentes do Rio Caí, coincidindo com sua planície de inundação e parte da zona urbana de Montenegro.

5.4.4 O Rio Caí e os primeiros habitantes de Montenegro

Os rios, principais agentes de transformação da paisagem nos continentes, constituem parte de um sistema de armazenamento e drenagem da água doce na superfície terrestre, responsáveis pelo escoamento das águas das chuvas, transporte de sedimentos do continente para o mar, transporte de nutrientes essenciais à biosfera e como habitat da fauna e flora. Estes ambientes fluviais possuem estreita relação com a história da humanidade, servindo como fonte de água para consumo, irrigação e transporte (Teixeira *et al.*, 2009). Ao longo das planícies de inundação, a fertilidade das terras decorrente da deposição de minerais e matéria orgânica nos períodos de inundação permitiu o cultivo de alimentos em grande escala desde a revolução agrícola, há aproximadamente 12.000 anos, marcando a transição do estilo de vida humano de nômades caçadores-coletores para sociedades agrícolas (Diamond, 2013).

Estes benefícios decorrentes da fertilidade das terras e pleno acesso à água, aliados às oportunidades oriundas do transporte fluvial, fizeram com que as margens dos rios se tornassem locais propícios à formação e expansão das primeiras ocupações humanas e que, no presente, representam grande parte das cidades.

Os primeiros indícios de ocupação humana na região de Montenegro remetem ao Holoceno, entre 9.000 e 8.000 anos (podendo chegar a 13.000 anos), conforme registros arqueológicos associados a grupos pré-cerâmicos da Tradição Umbu (Rosa, 2009). A localização de inúmeros sítios arqueológicos no território de Montenegro reforça a importância das várzeas como áreas estratégicas para caçadores-coletores, que dependiam de ambientes ricos em fauna, frutos, matérias-primas líticas e acesso permanente à água. Ao mesmo tempo, elevações naturais como os Morros São João

e Montenegro podiam funcionar como pontos privilegiados de observação, permitindo a vigilância do território e a identificação de rotas de caça.

Já na história mais recente, alguns elementos culturais presentes no município de Montenegro, como a lenda do Gigante de Pedra, o nome Ibiá (do Tupi-Guarani, significa Caminho Difícil/Caminho entre Pedras) e o próprio Rio Caí (Caminho do Rio) revelam a participação indígena na composição social da região, uma vez que os Kaingang e os Guarani são habitantes antigos da bacia do Caí (Proença, 2014).

Essa interação entre o ambiente natural e a ocupação humana continuou a guiar a história nos períodos posteriores. A fertilidade das terras, a navegabilidade, a presença abundante de água e a facilidade de comunicação fluvial foram fatores decisivos para que diferentes grupos reconhecessem nesse território condições favoráveis, perpetuando a lógica histórica de ocupações associadas aos recursos naturais do ambiente. Nesse contexto, o Rio Caí cumpriu papel fundamental para o início da formação de Montenegro.

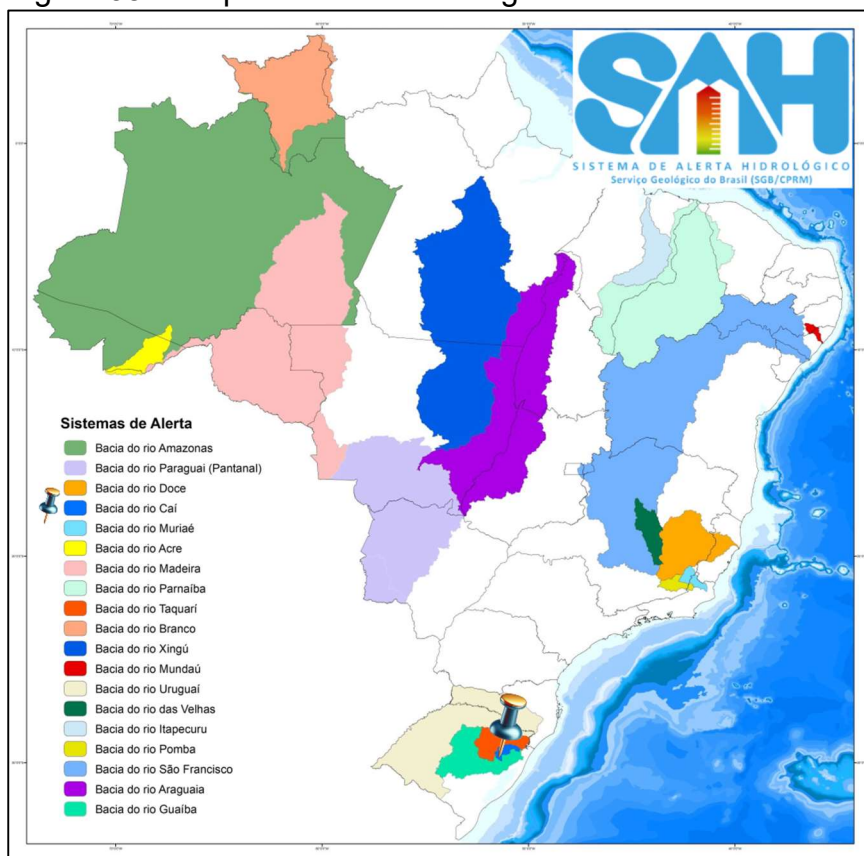
A partir do século XIX, o processo de formação dos municípios que ocupam as margens do Rio Caí em suas terras baixas tem sua origem vinculada à “chegada de açorianos, alemães sem oportunidade inicial de instalarem-se no Vale do Rio dos Sinos e de italianos a caminho da serra gaúcha” (Proença, 2014, p. 11) que, subindo o rio em direção às áreas de colonização na serra, utilizavam as planícies de inundação como pontos de parada e de estabelecimento inicial. Proença (2014) também destaca que a chegada dos imigrantes iniciou um processo de apagamento da história dos povos originários que já ocupavam a região.

Neste contexto de atracamento das embarcações com famílias de imigrantes vindas de Porto Alegre em direção às novas colônias, tendo como ponto de desembarque as margens do Rio Caí próxima ao Morro São João, que se formou a localidade de Porto das Laranjeiras (pertencente à Vila de Triunfo), posteriormente denominada Freguesia de São João do Monte Negro (1867), Vila de São João do Monte Negro (1873), e, por fim, emancipada e elevada à categoria de cidade, passando a se chamar São João de Montenegro (1913) e por último, Montenegro (1938) (Ew, 2023).

5.4.5 Diagnóstico das inundações em Montenegro

Conforme informações do Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) do Serviço Geológico Brasileiro (SGB), em termos de Bacia Hidrográfica, o município de Montenegro localiza-se em uma das 19 regiões mais afetados pelas inundações em todo o Brasil (figura 38).

Figura 38 – Mapa das bacias hidrográficas brasileiras monitoradas pelo SGB.



Fonte: Adaptado de SGB (2026).

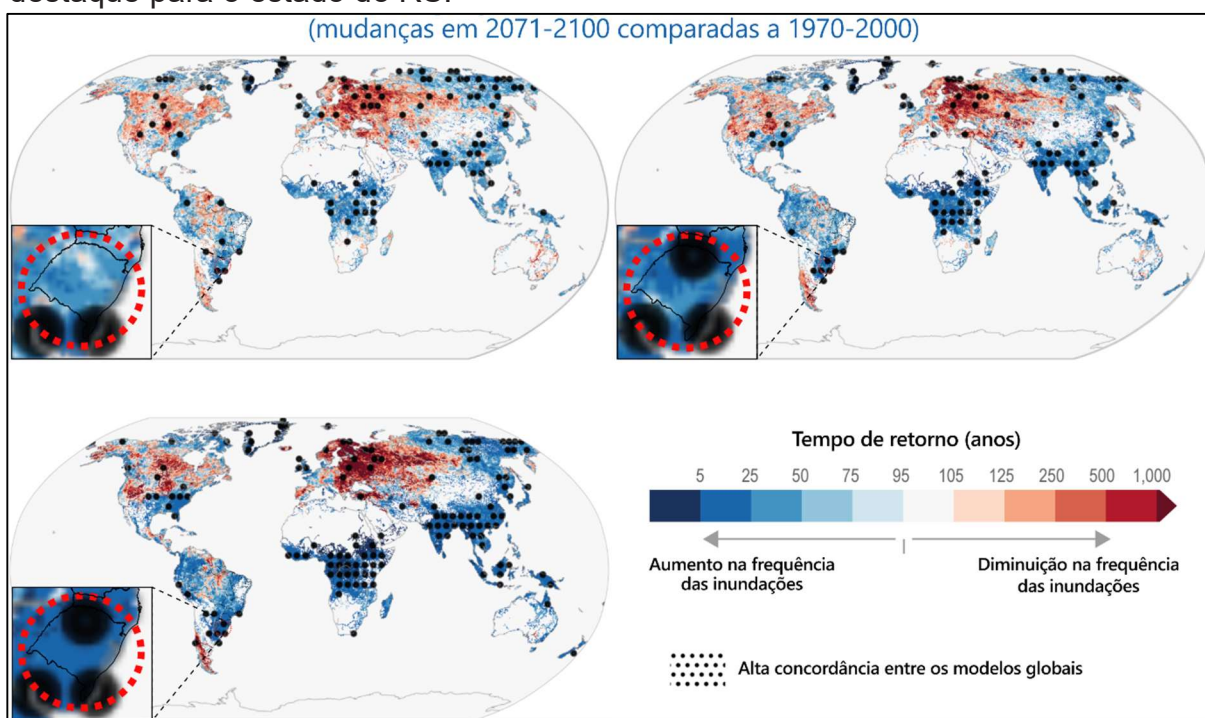
Apesar de grande parte da população montenegrina que ocupa as áreas inundáveis do Rio Caí para Tempo de Retorno (TR) menor estarem habituadas e adaptadas a lidar com estes eventos, as mudanças climáticas já vêm alterando esse comportamento histórico e social por conta da recorrência de eventos mais intensos. Conseqüentemente, populações que residem em áreas antes não atingidas, ou raramente atingidas, vêm sofrendo cada vez mais com estes eventos. O excessivo abandono de imóveis pós sequência de inundações entre 2023 e 2024 é consequência fatídica desta mudança no regime hidrológico no sul do Brasil.

Essas alterações do sistema hidrogeoclimático (Menegat, 2024) impõem uma

urgente necessidade de mudanças políticas e socioculturais em Montenegro, pois os eventos recentes demonstram que a recorrência e intensidade das inundações estão se alterando, e aqueles eventos que antes ocorriam a cada 10, 25, 50 ou 100 anos já ocorrem em intervalos menores.

Numa análise expedita, considerando o histórico brasileiro de eventos climáticos extremos, pode-se dizer que o RS é um dos estados brasileiros mais impactados socioeconomicamente pelos desastres hidrológicos. Ainda, com base nos dados do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC, 2021 e 2022), o RS — e consequentemente Montenegro — será o estado brasileiro mais afetado pelas inundações nas próximas décadas (figura 39).

Figura 39 - Projeções das alterações nas frequências das inundações fluviais, com destaque para o estado do RS.

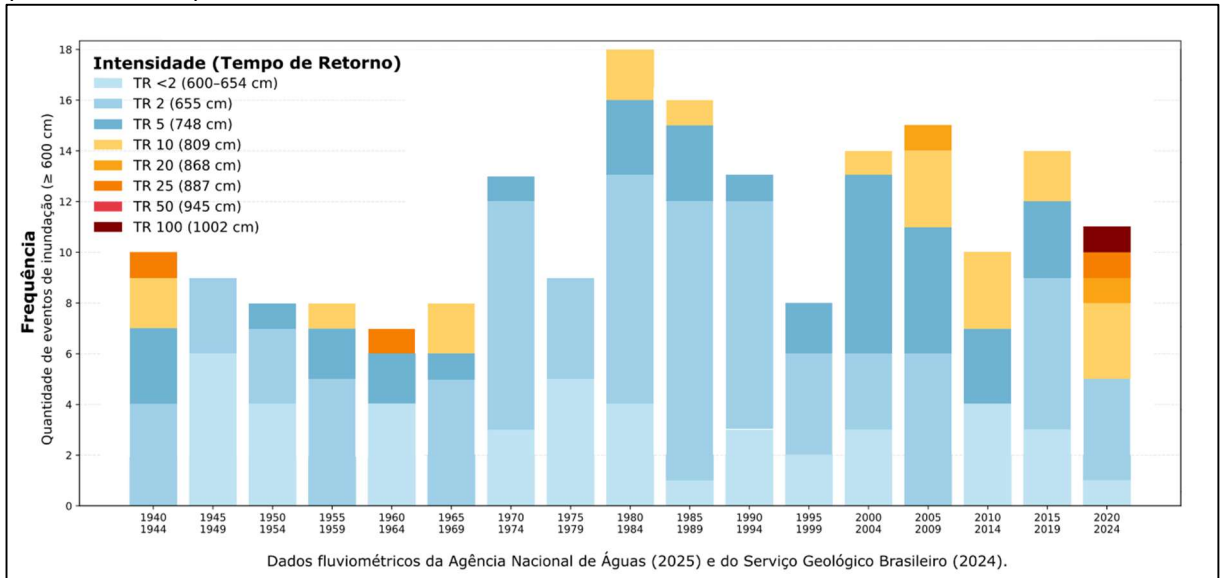


Fonte: Adaptado de IPCC (2022), relatório AR6⁶.

Analisando a série histórica da estação fluviométrica Passo Montenegro (Estação 87270000), disponibilizada no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da Agência Nacional de Águas (ANA), foram identificados 192 eventos de inundação em Montenegro no período de 1940 a 2024 (figura 40).

⁶ Uma vez que este relatório não considerou os dados dos eventos ocorridos entre 2001 e 2025 (ver figuras 40 e 41), as futuras projeções tendem a demonstrar um cenário muito mais crítico para o RS (relatório AR7 previsto para 2029).

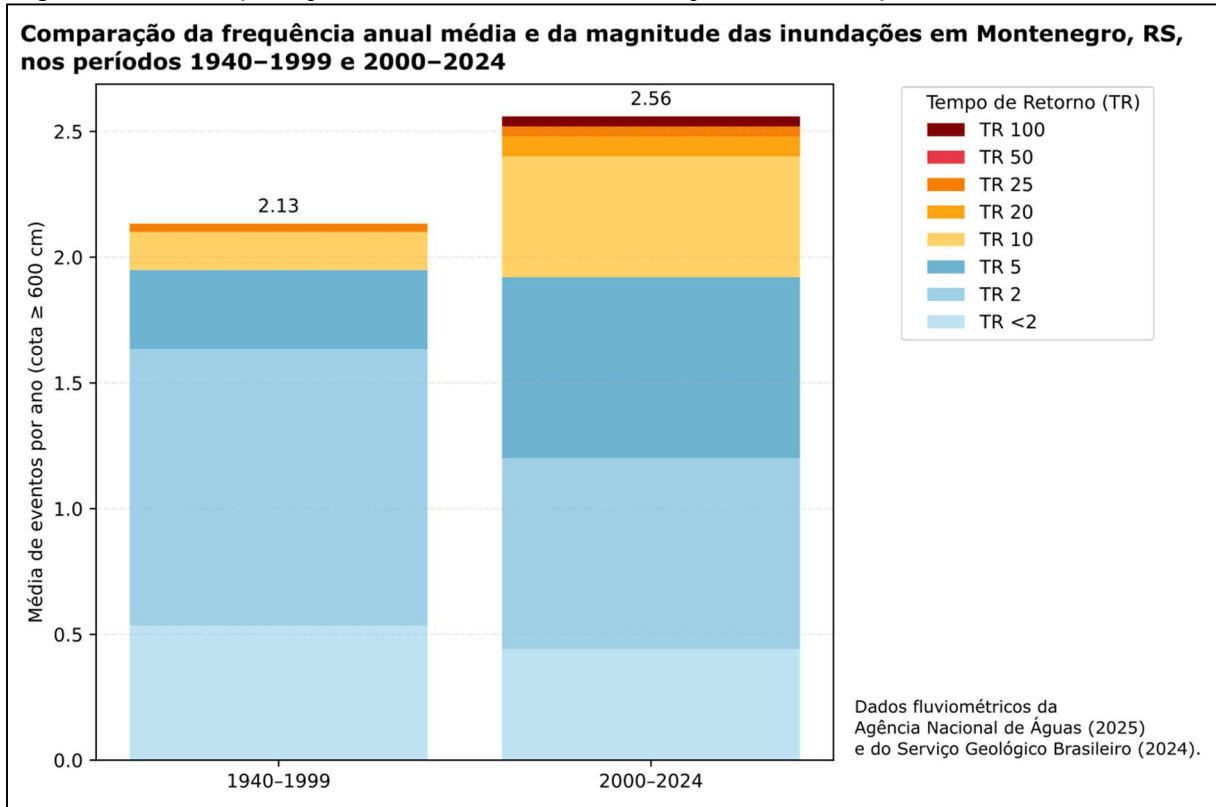
Figura 40 – Frequência e intensidade das inundações do Rio Caí em Montenegro (1940 a 2024).



Fonte: Autor (2026).

No intervalo de 1940 a 1999 (60 anos), registraram-se 128 eventos, correspondendo a uma média de 2,13 ocorrências por ano, com tempo médio de recorrência de cerca de 5,6 meses entre os eventos. Já entre 2000 e 2024 (25 anos), foram contabilizados 64 eventos, elevando a média anual para 2,56 ocorrências e reduzindo o tempo médio de recorrência para aproximadamente 4,7 meses entre os eventos. A figura 41 apresenta uma comparação entre estes dois períodos.

Figura 41 - Comparação dos eventos de inundação antes e após o ano 2000.



Fonte: Autor (2026).

Os dados indicam a intensificação da recorrência e da magnitude das inundações após os anos 2000, com maior concentração temporal dos eventos e aumento na intensidade e duração, resultando em maior severidade dos impactos socioeconômicos no município. Essas alterações no comportamento hidrológico local possuem implicações diretas para o planejamento urbano e para a gestão de riscos e desastres hidrológicos.

Os eventos mais recentes, ocorridos entre 2023 e 2024 e caracterizados por elevadas recorrência e magnitude, reforçam a necessidade de fortalecimento das políticas de adaptação, planejamento territorial preventivo e gestão integrada do risco de desastres hidrológicos em Montenegro.

Estes resultados observados convergem com as projeções e evidências globais sistematizadas nos relatórios do IPCC, que apontam o aumento da frequência e intensidade das precipitações e inundações no sul do Brasil, indicando um cenário de maior pressão hidrológica sobre áreas urbanas situadas em planícies de inundação.

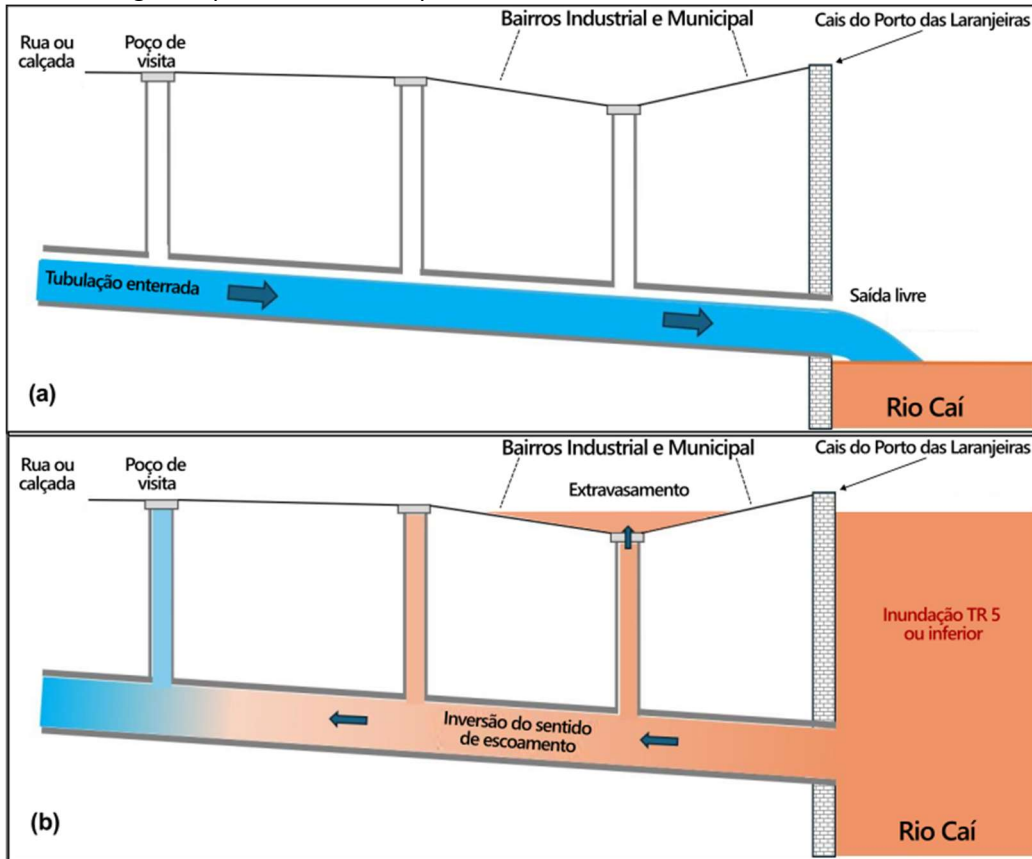
É importante destacar que nem todos os 192 eventos identificados atingem simultaneamente as áreas de maior visibilidade urbana (Cais do Porto e Bairro

Centro). Parte significativa dos eventos correspondem a inundações localizadas em áreas com cotas altimétricas inferiores (baixios topográficos), especialmente nos Bairros Industrial e Municipal e em extensas áreas urbanas com uso predominantemente rural (Bairros Passo do Manduca, Olaria e Zootecnia).

O extravasamento das águas do leito do Rio Caí nas áreas de maior visibilidade e noticiabilidade em Montenegro (Cais do Porto das Laranjeiras/Rua Álvaro de Moraes) ocorrem quando o nível ultrapassa 740 cm na estação Passo Montenegro (equivalente a cerca de 700 cm na régua do Cais, considerando a diferença altimétrica aproximada de 40 cm entre a estação fluviométrica e a régua).

Entretanto, antes desse patamar, a água já pode ascender pela rede de drenagem urbana em setores mais baixos, gerando inundações localizadas. Considerando que o Serviço Geológico Brasileiro estabelece a cota de inundação em 600 cm na estação fluviométrica, grande parte dos eventos estatisticamente classificados como inundação decorre dessas dinâmicas de inundação em bairros com uso predominantemente rural e do extravasamento precoce e retorno pela drenagem urbana pontualmente na zona urbana consolidada, o que contribui para a elevada frequência de registros na série histórica. As figuras 42 e 43 ilustram essa dinâmica.

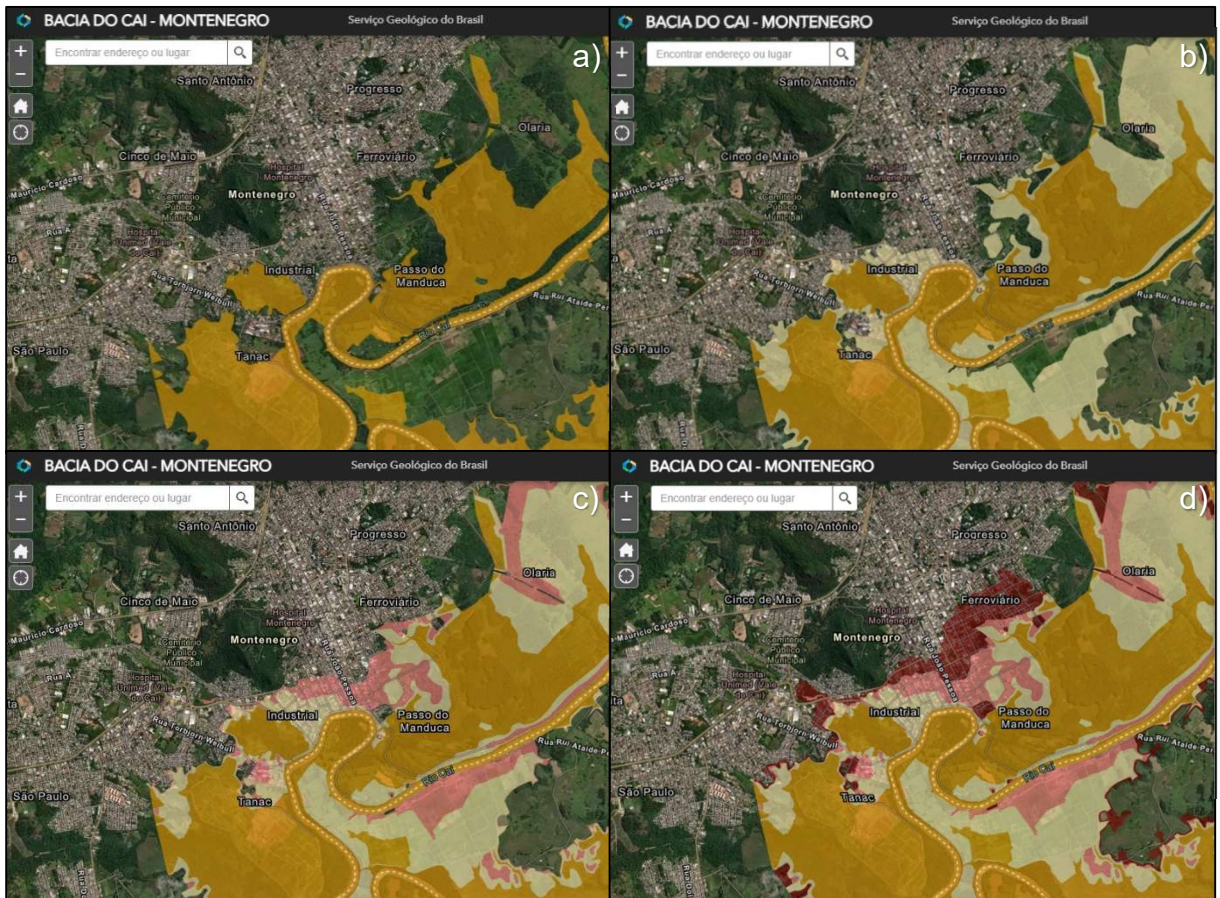
Figura 42 - Perfil longitudinal da rede de drenagem pluvial na zona urbana central de Montenegro. a) Saída livre. b) Inversão do fluxo e extravasamento.⁷



Fonte: Adaptado de IPH/UFRGS (2024).

⁷ Este fenômeno, que ocorre para TR 5 ou inferior, atinge os Bairros Industrial e Municipal, antes da inundação ser visível/expressiva no Cais do Porto das Laranjeiras/Bairro Centro.

Figura 43 - Manchas de inundação referentes ao (a) TR < 2 anos, (b) TR 5 anos, (c) TR 10 anos, (d) TR 100 anos.



Fonte: Serviço Geológico Brasileiro (2026).

Nesse contexto, é fundamental analisar os eventos à luz do seu tempo de retorno, distinguindo ocorrências de menor magnitude daquelas associadas a inundações mais severas. A análise por quinquênios demonstra que o período mais recente concentrou a maior recorrência de eventos de alta magnitude da série histórica. Esse comportamento reforça a hipótese de intensificação dos extremos hidrológicos, evidenciando a necessidade de se incorporar parâmetros de recorrência e intensidade nas estratégias de planejamento urbano, gestão de riscos e adaptação climática no município.

5.4.6 A planície aluvial do Rio Caí: formação territorial e dinâmica de inundações

A compreensão das características ambientais do território de Montenegro constitui um exercício fundamental para se compreender tanto sua história de formação quanto os desafios contemporâneos relacionados às inundações. Inserido na planície aluvial do Rio Caí, o município se desenvolveu em um ambiente que tem sua formação geológica atrelada a uma dinâmica hidrológica de inundações, moldado durante um período de dezenas de milhões de anos de processos erosivos e deposicionais atrelados à dinâmica fluvial do Rio Caí.

Esse conjunto de elementos que estruturam a história de formação da paisagem montenegrina evidenciam que a planície aluvial do Rio Caí não pode ser compreendida apenas como área de risco ou de restrições urbanísticas. Trata-se de um ambiente cujo funcionamento ecológico — marcado por inundações recorrentes durante milhões de anos, fertilidade natural e grande disponibilidade de recursos — estruturou, por milênios, formas de presença humana. Compreender o território nesta perspectiva de tempo profundo reforça o potencial pedagógico da paisagem, permitindo que a EBL parta da própria história geológica e ecológica do lugar, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de adaptação e convivência com as inundações, fortalecendo o vínculo comunitário com o território e promovendo práticas sustentáveis alinhadas às características históricas e naturais.

Conforme os relatórios do IPCC, que projetam maiores frequências e intensidades dos fenômenos hidrológicos para as próximas décadas, fica claro que o território montenegrino não está apenas exposto a um risco histórico, mas a um risco em processo de intensificação, através do qual Montenegro passa a interagir com um regime climático caracterizado por uma maior variabilidade e intensificação de eventos extremos.

Compreender as mudanças climáticas previstas e projetadas pelo IPCC não é apenas um exercício teórico, mas uma necessidade prática para orientar políticas públicas, fortalecer a EA e fomentar uma cultura de convivência adaptativa com as inundações, fundamental para compreender de que forma tendências climáticas globais potencializarão riscos socioambientais locais (figura 44).

5.4.7 O território como fundamento epistemológico para a construção de resiliência às inundações

As dinâmicas socioambientais possuem uma genealogia territorial, originando-se e se desenvolvendo em contextos concretos, sendo o território o seu elemento estruturante. Quando aplicada à EBL, essa perspectiva epistemológica faz com que o aprendizado decorra da leitura crítica do espaço vivido, possibilitando a construção de aprendizagens contextualizadas e socialmente significativas.

A partir desse processo de aprendizado e da leitura da paisagem é possível construir uma inteligência territorial, entendida como a capacidade coletiva de um território produzir, articular e aplicar conhecimentos científicos e locais na orientação de práticas de planejamento, gestão e tomada de decisão. Essa articulação transforma o conhecimento do lugar em ação qualificada, permitindo que a população compreenda as dinâmicas ambientais que a afetam e atue de forma consciente.

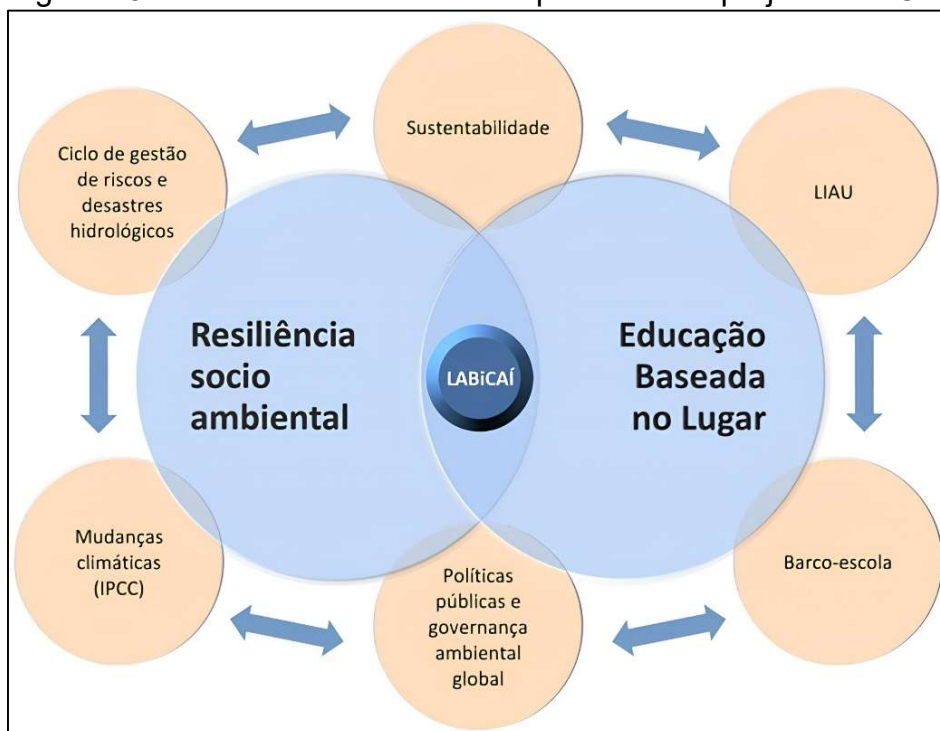
No contexto das inundações, a epistemologia territorial fornece a base para a construção da resiliência, ao permitir que o entendimento dos processos hidrológicos deixe de ser abstrato e passe a ser vivenciado, interpretado e apropriado pela comunidade local. Assim, a EBL, quando ancorada numa matriz territorial do conhecimento, contribui para formar sujeitos capazes de reconhecer o funcionamento do território, antecipar riscos, adaptar-se às dinâmicas naturais e participar ativamente da gestão de riscos.

5.4.7.1 Síntese teórico-metodológica do LABiCAÍ

A partir da articulação entre os principais eixos do referencial teórico — resiliência socioambiental e EBL — surge um modelo metodológico que compreende o território não apenas como objeto de análise, mas como elemento estruturante da produção do conhecimento e da ação educativa.

Esta perspectiva possibilita a criação de uma tecnologia social que integra diferentes dimensões — ambiental, educacional, institucional, política, cultural e social —, atuando como mediadora entre o conhecimento científico e o conhecimento do lugar. A figura 45 sintetiza essa interrelação, demonstrando que os temas abordados ao longo do referencial teórico convergem para a construção de uma ferramenta de EBL para construção de resiliência às inundações.

Figura 45 – Síntese da base teórica que orienta o projeto LABiCAÍ.

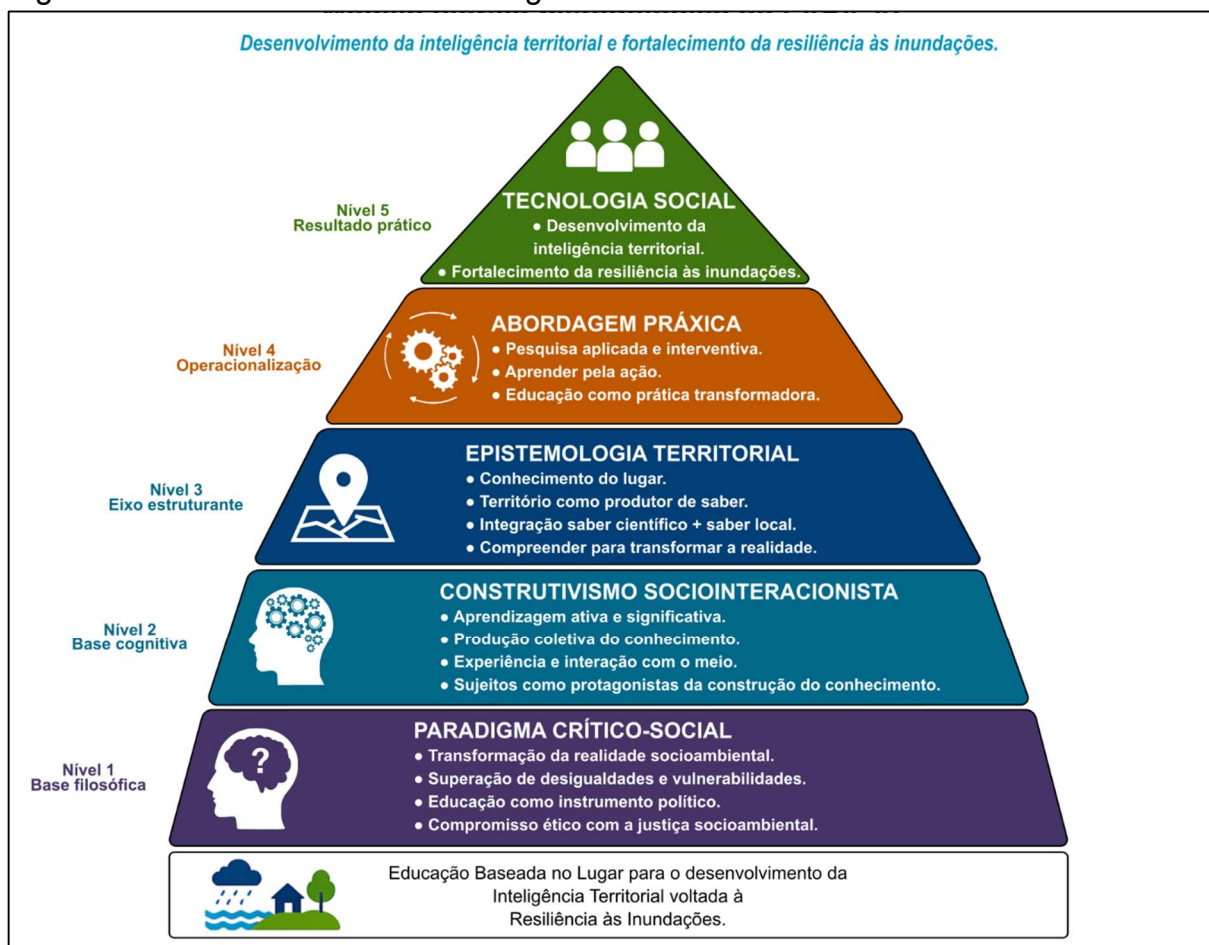


Fonte: Autor (2026).

O arcabouço teórico analisado orienta à construção de uma ferramenta de EBL para construção de resiliência às inundações, cuja concepção depende da integração destes conhecimentos prévios ao diagnóstico territorial da área de estudo. Portanto, pode-se dizer que a epistemologia territorial constitui o eixo articulador entre a resiliência socioambiental e a EBL, permitindo que o território seja compreendido como base da produção do conhecimento e da ação educativa voltada à convivência com as inundações.

A síntese metodológica desta pesquisa (ver figura 10 na p. 90), articulada à síntese teórica, resulta em um modelo teórico-metodológico (figura 46).

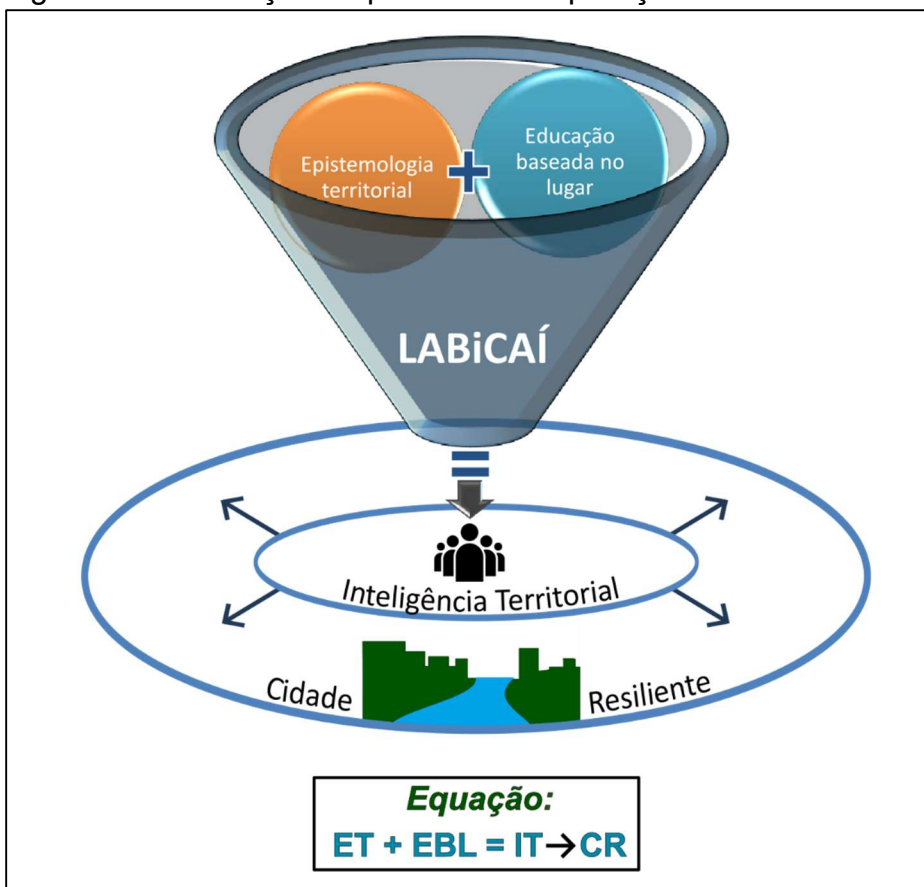
Figura 46 - Modelo teórico-metodológico do LABiCAÍ.



Fonte: Autor (2026).

A aplicação deste modelo permite a construção de uma tecnologia social fundamentada na epistemologia territorial, operacionalizada pedagogicamente pela EBL, que possibilitará o desenvolvimento da inteligência territorial, tendo como finalidade socioambiental o fortalecimento da resiliência às inundações (figura 47).

Figura 47 – Ilustração do processo de aplicação do LABiCAÍ.



Fonte: Autor (2026).

Além de consistir em uma ferramenta de educação socioambiental, o LABiCAÍ apresenta uma metodologia própria de produção de conhecimento territorial, em que a relação sujeito–espaço–vivência possibilita uma leitura crítica, experiencial e situada do território vivido.

Essa metodologia rompe com os modelos tradicionais de EA, em que primeiro aprende-se a teoria para depois aplicá-la no mundo real. O LABiCAÍ propõe a produção do conhecimento a partir do território, que atua como fonte de dados, cabendo aos educadores aplicarem metodologias pedagógicas capazes de organizar o conhecimento e permitir o desenvolvimento da leitura crítica do território pelos educandos. Assim, o território é (1) objeto de análise, (2) meio pedagógico, (3) base epistemológica e metodológica da produção do conhecimento e (4) fonte de informações empíricas.

6 PRODUTOS TÉCNICO-TECNOLÓGICOS

Os dois subcapítulos seguintes são dedicados à descrição sintética dos Produtos Técnico-Tecnológicos (PTT) desenvolvidos, que representam a aplicação prática do projeto de pesquisa do Mestrado Profissional. De acordo com o Relatório do Grupo de Trabalho Produção Técnica da CAPES, o LABiCAÍ classifica-se como uma tecnologia social, elaborada a partir da combinação de conhecimentos pré-estabelecidos (o LIAU, o Barco-Escola do Projeto Rio-Limpo e o do Instituto Martim Pescador) aplicados à realidade de Montenegro. Portanto, o LABiCAÍ constitui:

Método, processo ou produto transformador, desenvolvido e/ou aplicado na interação com a população e apropriado por ela, que represente solução para inclusão social e melhoria das condições de vida e que atenda aos requisitos de simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade e replicabilidade. (CAPES, 2019, p. 36).

6.1 O PROJETO LABiCAÍ

O LABiCAÍ constitui uma tecnologia social para o desenvolvimento da inteligência social do lugar, uma inteligência territorial que possibilita a leitura crítica do espaço. Seu principal objetivo é integrar ciência, território e participação social por meio de atividades práticas que promovam a formação de conhecimento e construção de resiliência socioambiental. Portanto, constitui uma proposta permanente de EA territorial voltada à capacidade de leitura do espaço vivido e ao fortalecimento da resiliência frente às inundações.

Entende-se que o laboratório poderá funcionar como o eixo educativo do futuro Plano Municipal de Redução de Riscos, possibilitando que o ciclo contínuo da gestão de riscos e de desastres hidrológicos (prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação) seja apropriado social e politicamente.

Seu foco é aproximar estudantes, professores e comunidade aos processos naturais que moldam a planície de inundação onde está situada parte da cidade de Montenegro, reforçando o conhecimento sobre a importância de preservação dos banhados e demais áreas de preservação permanente (APPs), sobre os serviços ecossistêmicos e as soluções baseadas na natureza (SBN), construindo junto à sociedade montenegrina uma cultura de compreensão, participação e construção da gestão de riscos e desastres hidrológicos.

A concepção do LABiCAÍ parte do entendimento de que a redução da vulnerabilidade depende não apenas de obras de engenharia ou sistemas de alerta, mas de uma sociedade que compreende o território onde vive. A EA, quando integrada à gestão de risco, torna-se uma estratégia estruturante de longo prazo. Utilizando-se conceitos técnicos, mapas, atividades voltadas à produção de materiais didáticos por parte dos alunos, saídas de campo e aulas navegáveis, pretende-se contribuir na descoberta da territorialidade e na construção de resiliência às inundações, permitindo a formação de cidadãos com ideais voltados à sustentabilidade

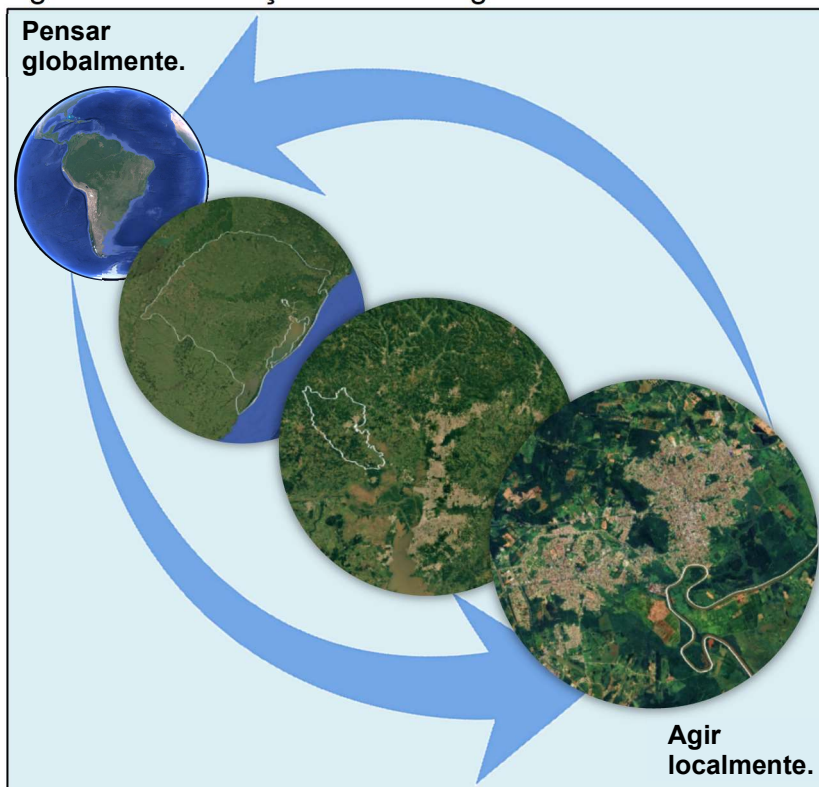
6.1.1 Justificativa do LABiCAÍ na gestão de riscos

Analisando-se a trajetória dos marcos históricos que resultaram na construção do conceito de sustentabilidade, entende-se que o LABiCAÍ traduz para a prática educativa os princípios debatidos desde o Clube de Roma, permitindo que crianças e jovens compreendam como fenômenos globais se expressam no cotidiano local.

Ao aproximar estudantes da realidade da planície de inundação do Rio Caí e dos processos que moldam sua paisagem, a sustentabilidade deixa de ser um conceito distante e abstrato, passando a integrar atividades, reflexões e vivências que ajudam na construção da resiliência climática local.

A figura 48 ilustra a transição da escala global à local, demonstrando a integração e a interdependência dos sistemas naturais e de seus processos geoclimáticos, com destaque para o município de Montenegro e sua zona urbana, situada parcialmente sobre a planície de inundação do Rio Caí. A imagem também expressa a premissa de pensar globalmente e agir localmente.

Figura 48 – Transição da escala global à local.



Fonte: Autor. Imagens: Google Earth (2026).

A criação do LABiCAÍ também se justifica pela possibilidade de integrar a inteligência territorial às ações de gestão de risco de inundação em Montenegro.

Segundo Miguez *et al.* (2017), a gestão de riscos e desastres hidrológicos abrange um ciclo contínuo de ações voltadas à prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação diante de eventos hidrológicos adversos, buscando reduzir vulnerabilidades e minimizar os impactos sobre a população e o território.

Ao atuar como o eixo educativo de um futuro plano municipal de gestão de riscos e desastres hidrológicos (figura 49), o laboratório contribui para que estudantes, professores e toda a sociedade compreendam o ambiente natural em que a cidade de Montenegro se formou e assim adotem práticas de convivência preventiva com o dinâmico ambiente fluvial. Portanto, o laboratório não atua apenas na dimensão educativa, mas como uma estratégia de longo prazo com impacto direto na construção de resiliência socioambiental/climática.

Figura 49 - O LABiCAÍ como um dos pilares da gestão de riscos.



Fonte: Adaptado de Garcias *et al.* (2019).

6.1.2 O LABiCAÍ como instrumento na gestão de riscos e desastres hidrológicos

A implantação e a continuidade do LABiCAÍ dependem de um conjunto integrado de alianças institucionais que envolvem as escolas da Rede Municipal, a SMMA, a SMED, a Defesa Civil, a Coordenadoria de Projetos de Prevenção a Eventos Naturais, a Uergs, a Unisinos, a Câmara de Vereadores e o setor privado. Essa articulação intersetorial provê um caráter comunitário ao laboratório, ampliando sua capacidade de permanência e garantindo que o projeto esteja conectado às principais instituições que atuam no território montenegrino. Dessa forma, o LABiCAÍ estrutura-se como um programa coletivo, capaz de reunir diferentes instituições em torno da EA como ferramenta estruturante da gestão de riscos e desastres hidrológicos, reforçando a prevenção como eixo fundamental para a redução de vulnerabilidades. O relatório *Vivendo com o Risco: uma revisão global das iniciativas de redução de desastres (Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives)* da ONU (2004) destaca o desenvolvimento do conhecimento, que inclui educação, formação e disseminação de informações, como eixo estruturante das políticas de prevenção. Portanto, a educação não é tratada como ação complementar, mas como componente central de qualquer estratégia de gestão de riscos.

O documento também enfatiza que a educação deve ser entendida como investimento de longo prazo, capaz de produzir efeitos mais duradouros, uma vez que contribui para alterar percepções de risco, valores culturais e práticas cotidianas ao longo de gerações. Assim, a educação para redução de riscos precisa iniciar na escola, ser contínua e articulada com a comunidade, integrando-se aos currículos e às

rotinas institucionais, e não apenas a ações pontuais de resposta a emergências, tornando-se elemento essencial para a formação de comunidades mais preparadas.

Para Miguez *et al.* (2018, p. 112), uma cidade resiliente “é a cidade onde as autoridades locais e a população compreendem os riscos que enfrentam e desenvolvem processos de informação local e compartilhada”. Portanto, pode-se dizer que não há gestão de riscos efetiva sem processos educativos contínuos, capazes de formar cidadãos que compreendam o território e adotem comportamentos preventivos. Nesse sentido, o LABiCAÍ materializa, no contexto local, a EA como eixo estruturante da construção de resiliência às inundações no município de Montenegro.

6.1.3 O Projeto de Implantação e o Referencial Metodológico do LABiCAÍ

Como PTTs desta pesquisa foram elaborados o (1) Projeto de Implantação do LABiCAÍ e (2) o Referencial Metodológico do LABiCAÍ.

O Projeto de Implantação do LABiCAÍ sistematiza o planejamento institucional, modelo de governança, etapas de implementação, propostas metodológicas, infraestrutura necessária e as estratégias de financiamento do projeto.

Já o Referencial Metodológico do LABiCAÍ apresenta materiais, propostas de dinâmicas e diretrizes para o professor-coordenador conduzir o laboratório. Este documento serve como material base para a construção de um futuro Manual do Professor visando a formação pedagógica dos professores-coordenadores, aplicando-se a todas as escolas do município.

As dinâmicas pedagógicas propostas no referencial seguem uma linha de raciocínio que parte dos conceitos de sustentabilidade, mudanças climáticas globais e inundações que atingem o município (a fim de demonstrar a interconectividade entre as escalas global, regional e local). Mesmo sem considerar as particularidades em microescala (bairro) de cada escola, fornece subsídios à observação e interpretação da realidade vivida por cada comunidade. Ressalta-se que este material serve de base para construção de materiais mais completos e de acordo com a realidade de cada escola/comunidade, a partir da atuação do GT-LABiCAÍ com o Núcleo de Produção de Materiais, que constituem o organograma no LABiCAÍ.

Os conteúdos do referencial metodológico poderão também subsidiar a elaboração de materiais de divulgação técnico-científica destinados à população, como conteúdos digitais nas redes sociais da SMMA, Prefeitura de Montenegro e do LABiCAÍ,

além de folders e panfletos para disponibilização em espaços públicos estratégicos de distribuição de materiais informativos da Prefeitura Municipal e da Câmara de Vereadores de Montenegro.

6.1.4 Uso pedagógico das redes sociais

O uso de redes sociais pelo LABiCAÍ justifica-se tanto para divulgar o projeto quanto para valorizar os produtos educacionais elaborados pelos estudantes, fortalecendo o senso de orgulho e pertencimento dos estudantes, viabilizando um maior alcance aos seus círculos sociais. A proposição de uso das redes sociais para promover concursos de fotografias, álbuns colaborativos, vídeos e outros materiais produzidos pelos estudantes — incluindo imagens das atividades da turma intra e extraclasse, da revista científica que elaboraram, da visita ao Gabinete do Prefeito e textos autorais de avaliação do projeto — dialogam diretamente com a orientação da UNESCO de integrar experiências locais, expressão criativa e participação social, contribuindo para socializar o aprendizado, fortalecer o vínculo com a comunidade e perpetuar a memória educativa. O quadro 9 descreve algumas das principais perspectivas do uso das redes sociais para divulgar os trabalhos do LABiCAÍ.

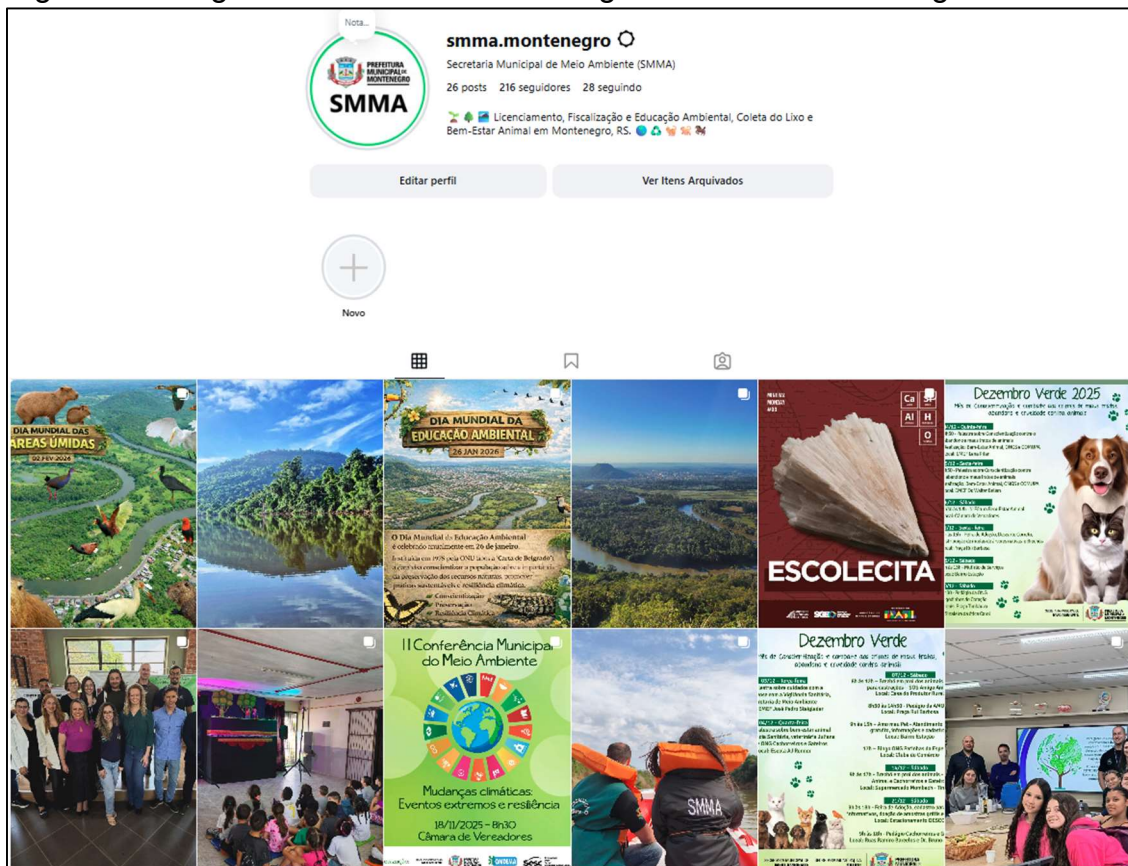
Quadro 9 - Perspectivas de uso das redes sociais no projeto LABiCAÍ.

| Perspectivas de uso das redes sociais no projeto LABiCAÍ |
|--|
| 1- Mobilizar comunidades locais em torno das ações do LABiCAÍ; |
| 2- Divulgar projetos e iniciativas socioambientais desenvolvidos no município; |
| 3- Estimular campanhas de conscientização socioambiental; |
| 4- Promover o diálogo com tomadores de decisão e gestores públicos; |
| 5- Desenvolver a capacidade crítica dos estudantes para avaliar fontes, identificar desinformação e compreender narrativas climáticas conflitantes; |
| 6- Refletir sobre o funcionamento dos algoritmos, os discursos de ódio, a disseminação de <i>fake news</i> e os interesses econômicos e políticos associados às plataformas digitais; |
| 7- Fortalecer o sentimento de pertencimento frente a um problema de escala planetária; |
| 8- Conectar experiências locais relacionadas às inundações aos debates globais sobre mudanças climáticas e a desastres naturais/contextos socioambientais semelhantes em outros territórios. |

Fonte: Autor (2026).

A figura 50 ilustra a página do Instagram da SMMA de Montenegro, criada e gerenciada pelo autor, na qual são compartilhadas informações dos setores de licenciamento e fiscalização ambiental, coleta do lixo, bem estar animal e EA.

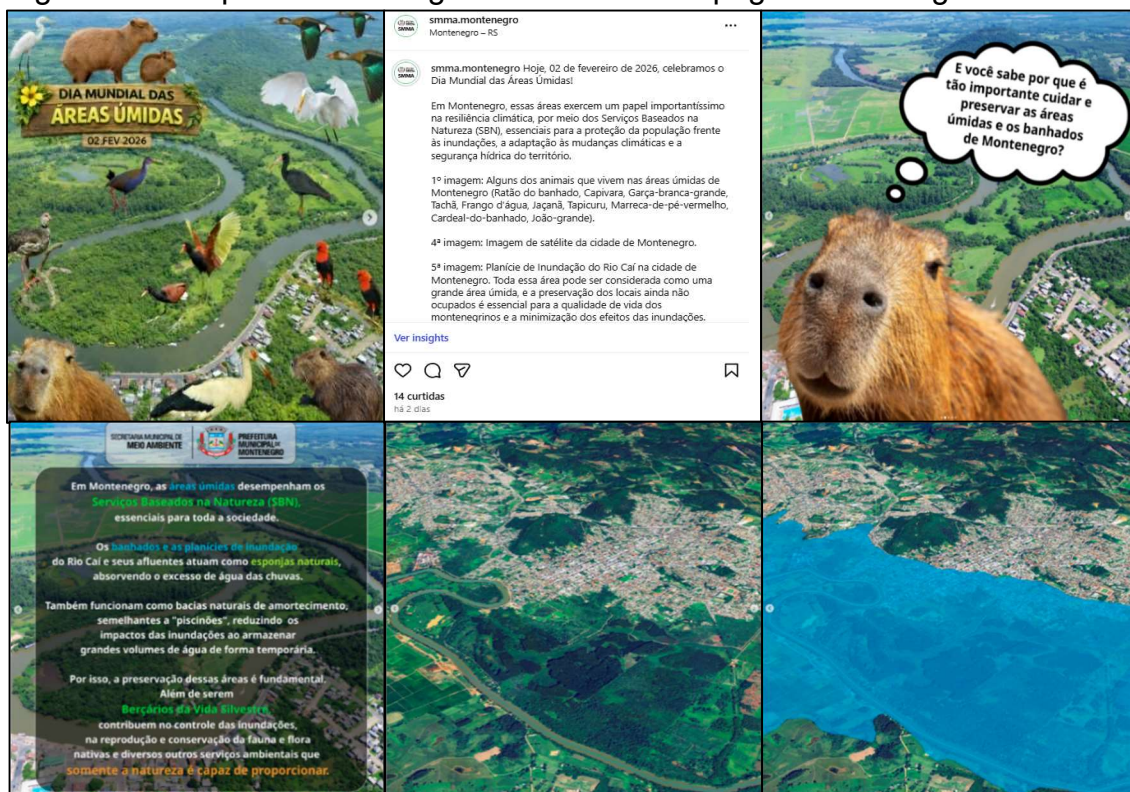
Figura 50 - Página da SMMA de Montenegro na rede social Instagram.



Fonte: Autor (2026).

Já na figura 51 é ilustrada uma sequência de imagens referentes ao Dia Mundial das Áreas Úmidas (celebrado no dia 02 de fevereiro), em que edições de imagens aplicadas ao contexto local e voltadas à educação climática foram compartilhadas.

Figura 51 - Sequência de imagens educativas na página do Instagram da SMMA.



Fonte: Autor (2026).

Portanto, com base nas diretrizes atuais quanto à educação midiática e na experiência do autor através das redes sociais da SMMA, entende-se que as mídias/conteúdos digitais constituem componentes essenciais do contexto educacional contemporâneo, e sua incorporação consciente e planejada é crucial para fomentar a EA e climática às presentes e futuras gerações.

6.2 O BARCO-ESCOLA DO RIO CAÍ: UMA SALA DE AULA FLUTUANTE

O trecho baixo do Rio Caí, onde se localiza o município de Montenegro, caracteriza-se pela presença de extensas planícies de inundação. Esse contexto fisiográfico abrange um terço da zona urbana do município, onde residem aproximadamente 11 mil pessoas diretamente atingidas pelas inundações mais severas (20% da população urbana), demonstrando uma relação direta entre a dinâmica fluvial e a vida urbana. Apesar dessa proximidade física com o rio, observa-se que o conhecimento da população sobre os processos fluviais naturais ainda é limitado, sendo o rio frequentemente percebido apenas como cenário paisagístico ou espaço de lazer, e ainda possivelmente como algo negativo, considerando os desastres naturais a ele vinculados e as suas características no seu trecho urbanizado e mais frequentado, que em dias mais quentes apresenta odores fétidos decorrentes do descarte de efluentes sanitários não tratados através da rede pluvial.

A proposta do Barco-Escola do Rio Caí surge como desdobramento natural do LABiCAÍ e tem como finalidade ampliar o processo de EA territorial na rede municipal de ensino. A intenção não é criar uma embarcação voltada apenas ao turismo ou à sensibilização pontual, mas sim uma sala de aula flutuante, integrada ao currículo escolar e capaz de aproximar estudantes e professores da dinâmica do território em que vivem. O barco-escola se configura como equipamento pedagógico permanente, que permitirá trabalhar conteúdos de forma prática e territorializada, fortalecendo a alfabetização ambiental e a leitura crítica da paisagem.

Seus percursos propostos integrarão EA e histórica, visando desenvolver uma análise crítica e participativa dos problemas e das potencialidades do Rio Caí e seu entorno, auxiliando na formação de cidadãos com maior responsabilidade social e ambiental.

6.2.1 Justificativa para implantação do barco-escola

O Cais do Porto das Laranjeiras constitui o marco da formação histórica da cidade. Atualmente a população frequenta o local como espaço de lazer/caminhada/pesca/contemplação da paisagem e do pôr do sol/ eventos artísticos/culturais etc. Apesar de existirem algumas embarcações particulares atracadas, nunca houve no município uma embarcação de uso público destinada à

navegação educativa, científica ou interpretativa ao longo do trecho urbano do Rio Caí. Também inexitem embarcações privadas que atuem de forma regular para a promoção de passeios e que permitam à população explorar o rio e ter uma visão da cidade a partir dele. Eventualmente, embarcações que operam no Lago Guaíba promovem passeios no Rio Caí, porém de forma muito esporádica (de um a dois finais de semana ao ano).

Sendo um dos locais mais frequentados pelos moradores de Montenegro, junto do Parque Centenário e da Estação da Cultura, pode-se comparar o espaço como um potencial turístico e educativo, nas suas devidas proporções, à orla do Lago Guaíba, em POA (figura 52). E assim como ocorre em cidades banhadas por corpos hídricos como a capital gaúcha, a oferta de passeios embarcados pode ampliar a relação da população com os corpos hídricos urbanos, ao permitir a leitura da paisagem a partir da água.

Figura 52 – Comparação entre as orlas do Lago Guaíba (sup.) e do Rio Caí (inf.). Potenciais semelhantes em ambientes naturais interconectados.



Fotos: Rocha (2023); Kasper (2026).

Nesse contexto, o barco-escola se mostra como a ferramenta pedagógica que melhor expressa os objetivos do LABiCAÍ, permitindo a observação direta da dinâmica fluvial e da planície de inundação do Rio Caí. A navegação pelo trecho urbano possibilitará compreender melhor a relação entre o rio, o território e a ocupação urbana, favorecendo a leitura crítica das inundações como um fenômeno natural e previsível, e não como evento excepcional, ampliando as condições para a construção de conhecimento territorial e para o fortalecimento da EA como eixo estruturante da gestão de riscos no município. Viabilizaria também a realização de atividades relacionadas à história e cultura locais e às práticas de prevenção de riscos, aproximando a Defesa Civil do ambiente escolar e ampliando o caráter formativo do projeto.

Além de ser proposto como a ferramenta pedagógica símbolo do LABiCAÍ, o barco-escola poderá operar complementarmente como embarcação de passeio turístico e educativo, sem descaracterizar sua função principal enquanto sala de aula flutuante. Assim, estende-se a experiência do passeio educativo aos demais públicos.

A cobrança de um valor simbólico pelos passeios permitiria contribuir para a manutenção e a operação da embarcação, sem inviabilizar o acesso da população. Cotas de ingressos gratuitos às populações hipossuficientes também seriam oportunas, uma vez que boa parte da população vulnerável às inundações é beneficiada por programas sociais do governo. Essas estratégias ampliariam o alcance do projeto, possibilitando que moradores e visitantes que não se enquadram no público-alvo prioritário do LABiCAÍ — os estudantes dos anos finais do ensino fundamental — tenham a oportunidade de conhecer o rio sob outra perspectiva e aprofundar sua compreensão sobre o ambiente fluvial em que a cidade está inserida.

O poder público também poderá utilizar o barco-escola para a realização de eventos educativos flutuantes, como atividades alusivas à Semana do Meio Ambiente, campanhas de EA referentes às águas, resíduos, efluentes, fauna e flora etc., eventos culturais, além de ações de sensibilização voltadas à gestão de riscos, fortalecendo o caráter público, educativo e comunitário do projeto LABiCAÍ. A figura 53 ilustra um modelo de barco-escola navegando nas águas do Rio Caí a partir do Cais do Porto das Laranjeiras.

Figura 53 - Modelo do barco-escola proposto para o LABiCAÍ.



Fonte: Autor (2026), editada com auxílio de IA e Paint 3D.

Portanto, o Barco-Escola do Rio Caí se apresenta não apenas como uma infraestrutura educativa local, mas também como uma iniciativa capaz de contribuir para a valorização do turismo local de base ambiental, histórica e cultural. Ao possibilitar a leitura da paisagem fluvial, a contemplação dos morros testemunhos, da mata ciliar e da área urbana a partir do rio, a embarcação amplia o potencial turístico do município de forma integrada à EA. Essa articulação entre educação, cultura, turismo e gestão de riscos permite qualificar a relação da população e dos visitantes com o território, ao mesmo tempo em que fortalece a construção de resiliência socioambiental e climática.

6.2.2 Função educacional e institucional

O barco-escola se estabelece como uma sala de aula flutuante integrada à SMMA, à SMED, às escolas da rede municipal e à Defesa Civil. Seu uso planejado poderá integrar o calendário escolar como atividade formativa do LABiCAÍ e o cronograma da SMMA através das atividades realizadas pelo Setor de EA.

Por ser um equipamento público, deverá atender a todas as escolas do município de forma rotativa, garantindo acesso igualitário e reforçando seu caráter educativo de forma contínua e alinhada às políticas públicas municipais de educação, meio ambiente e gestão de riscos.

6.2.3 Síntese do papel do barco-escola no LABiCAÍ

O barco-escola é concebido como uma importante ferramenta pedagógica e símbolo do LABiCAÍ, contribuindo para materializar, de forma prática e territorializada, os objetivos do projeto. Nesse contexto, atua como um dispositivo estratégico para a efetivação da EBL (Gruenewald e Smith, 2008), mas sem constituir condição indispensável para a implementação do laboratório. Ao possibilitar a vivência direta no ambiente fluvial, a embarcação amplia as condições de aprendizagem sobre a dinâmica do rio, da planície de inundação e da relação entre os processos naturais e a ocupação urbana, elementos centrais para a compreensão das inundações em Montenegro.

Enquanto sala de aula flutuante, permite que estudantes, professores e comunidade desenvolvam uma leitura crítica da paisagem a partir do Rio Caí. Essa abordagem favorece a construção de conhecimento baseado na experiência, fortalece a percepção de risco e contribui para a formação de uma cultura de prevenção.

Além de seu papel educativo, o barco-escola amplia o alcance social do LABiCAÍ ao aproximar a população do rio e de seus ecossistemas, valorizando o patrimônio natural e a paisagem fluvial como elementos constitutivos da identidade montenegrina. Ao articular EA, turismo educativo e gestão de riscos, o projeto se apresenta como uma experiência inovadora, reforçando a educação como eixo estruturante da construção de resiliência socioambiental e climática. O quadro 10 apresenta um diagnóstico síntese do projeto LABiCAÍ com base no referencial teórico.

Quadro 10 - Síntese analítica do LABiCAÍ à luz da EA e da resiliência às inundações.

| Elemento do projeto | Referencial teórico relacionado | Análise |
|---|---|--|
| Estrutura do LABiCAÍ (governança, fluxo, atividades). | Osorio (2013); Alves e Garcia (2014); PORTO ALEGRE (2015) – experiências do LIAU. | A estrutura do LABiCAÍ fundamenta-se em um modelo previamente validado (LIAU), incorporando a dimensão territorial e climática como eixo estruturante, criando um arranjo de governança educativa voltado à resiliência local. |
| Integração do LABiCAÍ à gestão de riscos. | ONU (2004) – Living with Risk; Marco de Sendai (UNISDR, 2015). | O LABiCAÍ materializa a educação como investimento estratégico de longo prazo, deslocando a gestão de riscos de uma lógica reativa para uma perspectiva preventiva e estruturante. |
| Uso pedagógico das redes sociais. | UNESCO (2024) – Greening Curriculum Guidance. | Em consonância com a UNESCO (2024), o LABiCAÍ incorpora a alfabetização midiática e climática como componente da educação contemporânea, enfrentando a desinformação e às <i>fake news</i> e fortalecendo a leitura crítica dos fenômenos socioambientais no ambiente digital. |

Fonte: Autor (2026).

6.3 ANÁLISE DO PROJETO LABiCAÍ ATRAVÉS DA MATRIZ FOFA

O quadro 11 apresenta a aplicação da matriz FOFA/SWOT ao projeto LABiCAÍ, a qual analisa suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças com relação à implantação do projeto no município de Montenegro.

A utilização desta ferramenta mostrou-se pertinente por possibilitar uma avaliação da robustez estrutural do projeto, de suas condicionantes operacionais e de sua inserção no contexto político-institucional local, qualificando a análise de sua exequibilidade enquanto política pública potencial. Ainda, identificou as principais fraquezas internas e ameaças externas que podem dificultar a implantação do projeto, possibilitando assim agir de forma a contorná-las.

Quadro 11 – Matriz SWOT/FOFA aplicada ao projeto LABiCAÍ.

| Fatores internos | | Fatores externos | |
|--|---|--|---|
| FORÇAS (Strengths) | FRAQUEZAS (Weaknesses) | OPORTUNIDADES (Opportunities) | AMEAÇAS (Threats) |
| S1. Elevada aderência com a realidade territorial e socioambiental. | W1. Dependência elevada da liderança pessoal do autor para a implementação. | O1. Mudanças climáticas e desastres naturais como pautas crescentes nas agendas políticas e sociais. - Contexto global, nacional, estadual e municipal de fortalecimento de políticas de adaptação/resiliência. | T1. Ambiente político oportunista. - Possibilidade de apropriação indevida da ideia por terceiros. |
| S2. Proposta inovadora. - Conceitualmente consistente, socialmente relevante e politicamente oportuna. | W2. Dependência de apoio político-administrativo inicial. | O2. Pós-enchentes de 2024. - Janela política/social extremamente favorável para projetos ligados à prevenção e educação climática. | T2. Boicotes internos / resistência institucional. - Possível sabotagem por agentes políticos. |
| S3. Baixo custo de implantação inicial. | W3. Dependência de adesão intersetorial. | O3. Revisão do Plano de Contingência Municipal em andamento (2026). - Possibilidade de inserção institucional do LABiCAÍ como eixo educacional-preventivo. | T3. Mudanças de governo. - Trocas eleitorais podem descontinuar o apoio ao projeto. |
| S4. Escalabilidade modular. - Permite implantação gradual: Fase 1: escola piloto; Fase 2: consolidação metodológica; Fase 3: expansão na rede municipal de ensino e apropriação político-social; Fase 4: aquisição do barco-escola. | W4. Projeto ainda no campo propositivo (ausência de resultados concretos/ evidências de implementação/ indicadores práticos de avaliação de impacto). | O4. Plano Estratégico de Ação Climática (PEAC) recentemente finalizado (03/26). - Possibilidade de inserção institucional estratégica do LABiCAÍ como eixo educacional-climático. | T4. Restrição orçamentária futura pós-reforma tributária. - Redução significativa da arrecadação municipal prevista após 2029. |
| S5. Alta capacidade de comunicação e convencimento técnico-político (projeto com forte apelo visual e didático). | W5. Necessidade de recursos (infraestrutura, materiais, logística e humano). | O5. Interesse privado/ESG. - Grandes empresas locais possuem demanda por projetos ESG/socioambientais. | T5. Dependência de vontade política. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| S6. Base acadêmica robusta (justificável cientificamente, politicamente, pedagogicamente e socialmente). | | O6. Apoio privado já prospectado (instituições que estão apoiando o município na revisão do plano de contingência municipal). | T6. Competição por orçamento com demandas mais urgentes. - Saúde, infraestrutura e obras podem suplantar investimento preventivo. |
| S7. Potencial de institucionalização formal. | | O7. Potencial de captação através de emendas parlamentares, editais dos governos estadual e federal e da ONU/PNUD. | T7. Resistência de parte do corpo docente/gestores escolares. |
| | | O8. Apoio do Movimento Nacional ODS RS já prospectado. | |
| | | O9. Potencial de marketing político positivo (implantação de políticas locais que dialogam com a PNEA). | |
| | | O10. Potencial de expansão regional (demais municípios do Vale do Caí). | |
| | | O11. Potencial de integração com universidades. | |
| | | O12. Reforma tributária aumentará a necessidade de inovação pública. - Barco-escola como ferramenta para atrair o turismo ambiental-histórico-cultural local. | |
| | | O13. Alto potencial de apropriação social da ferramenta. | |

Fonte: Autor (2026).

A análise demonstra que o LABiCAÍ sustenta-se principalmente por sua coerência territorial, inovação metodológica derivada de uma epistemologia territorial que estrutura sua concepção pedagógica e operacional, robustez técnico-científica e adequação ao atual contexto de fortalecimento das agendas climáticas e preventivas.

Já suas principais fragilidades e ameaças não decorrem de limitações conceituais ou estruturais do projeto em si, mas principalmente de fatores exógenos relacionados à dependência político-institucional, à necessidade de articulação intersetorial e à instabilidade administrativa inerente à gestão pública municipal. Assim, conclui-se que a viabilidade do LABiCAÍ está menos condicionada à maturidade técnica da proposta e mais à sua capacidade de institucionalização formal, fator indispensável para a sua implantação, continuidade, estabilidade e efetiva transformação em instrumento permanente de política pública socioambiental voltada à construção de resiliência climática.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto LABiCAÍ traduz a reflexão epistemológica da dissertação, apresentando-se como um projeto integrado à estrutura governamental municipal, articulado às políticas de gestão de riscos e desastres naturais, mudanças climáticas, educacionais, ambientais e sociais. Sua principal força reside na capacidade de integrar EA, leitura do território e proteção e defesa civil, contribuindo para a formação de estudantes e comunidades aptas a compreender e conviver com a dinâmica do ambiente fluvial que caracteriza o município de Montenegro.

Através de suas próprias experiências e do conhecimento histórico e ambiental construído, o LABiCAÍ possibilitará a transformação social na comunidade escolar, atuando como dinamizadora dessa transformação nos círculos familiar e social.

Com base nas correntes da EA propostas por Sauvé (2005b), entende-se que o LABiCAí enquadra-se como uma tecnologia social prática (quadro 12), atuando através de um processo participativo que busca resolver um problema socioambiental percebido no meio imediato da realidade montenegrina.

Quadro 12 - Enquadramento do LABiCAí segundo as correntes teórico-práticas da EA de Sauvé.

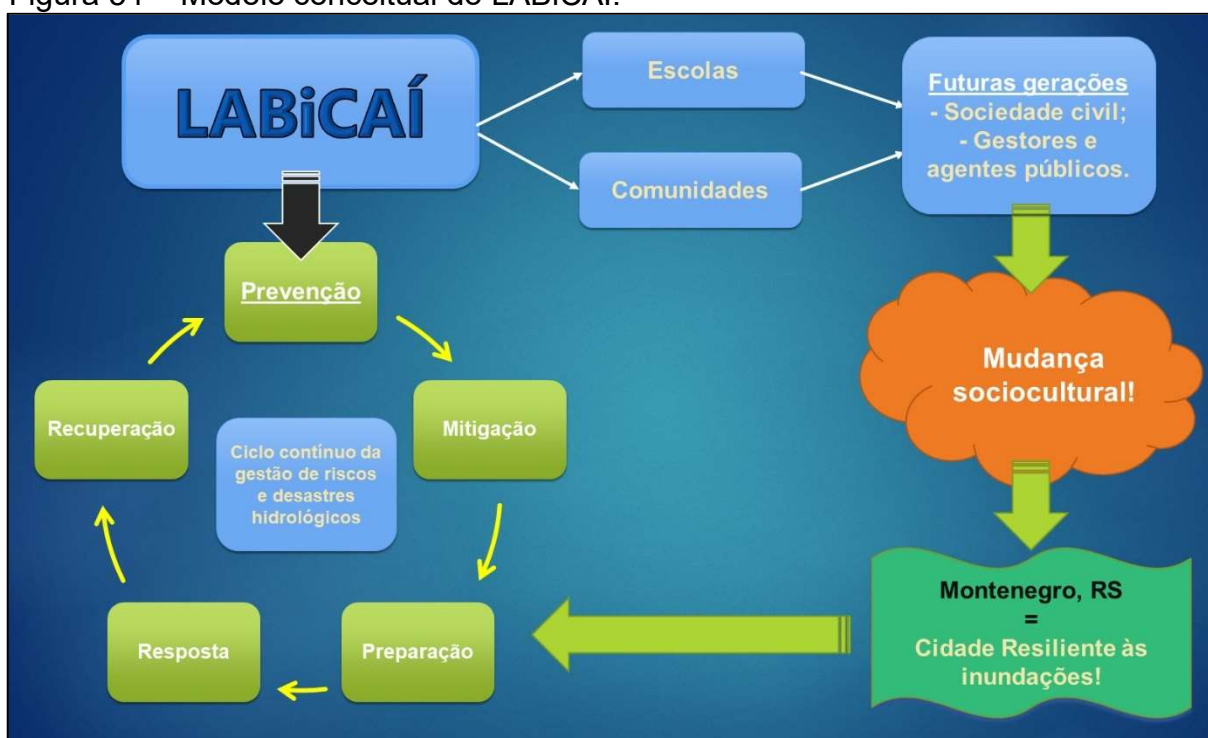
| Corrente | Concep o de Meio Ambiente | Enfoque e Objetivo |
|----------|----------------------------|--|
| Prática | Espaço de a o/ reflexão | <p><u>Enfoque educativo</u>: aprender em, para e pela a o. P r-se imediatamente em situa o de a o e aprender através do projeto.</p> <p><u>Objetivo</u>: empreender um processo participativo para resolver um problema socioambiental percebido no meio imediato da vida. Desenvolver competências de reflexão.</p> <p>[...] além do processo habitual de resolu o de problemas, trata-se de integrar uma reflexão constante sobre o projeto de a o empreendido: por que empreendemos este projeto? Nossa finalidade e nossos objetivos mudam no caminho? Nossas estratégias são apropriadas? O que aprendemos durante a realiza o do projeto? O que ainda devemos aprender? Nossa dinâmica de trabalho   saudável? Etc. Realmente, um projeto deste tipo   um cadinho de aprendizagem: não se trata de saber tudo antes de passar pela a o, mas de aceitar aprender na a o e de ir reajustando-a. Aprende-se também sobre si mesmo e se aprende a trabalhar em equipe. Deve-se ajudar os jovens a se tornarem atores do mundo atual e futuro, caracterizado por numerosas e rápidas mudanças e pela complexidade dos problemas sociais e ambientais (Sauvé, 2005b, p. 30).</p> |

Fonte: Adaptado de Sauvé (2005b) e Alencastro e Souza-Lima (2015).

Uma vez que o Rio Caí exerce influência direta sobre a dinâmica social, econômica e ambiental de Montenegro, e que apesar disso, a maior parte da população não possui contato direto com o rio ou conhecimento aprofundado sobre sua dinâmica, o projeto LABiCAÍ e o Barco-Escola do LABiCAÍ surgem para suprir essa lacuna, ao possibilitar à população a leitura da paisagem a partir do rio, invertendo a lógica tradicional de observação, deslocando o olhar do urbano para o fluvial e favorecendo uma compreensão integrada do território.

A figura 54 apresenta o modelo conceitual de atuação do LABiCAÍ, com uma dinâmica de retroalimentação entre EA, inteligência territorial e o ciclo da gestão de riscos e desastres hidrológicos. Nesse contexto, demonstra-se que a ampliação da resiliência às inundações decorre da consolidação de processos contínuos e integrados que qualifiquem o conhecimento territorial e fortaleçam a participação social.

Figura 54 – Modelo conceitual do LABiCAÍ.



Fonte: Autor (2026).

Ao promover o conhecimento do território, a compreensão das dinâmicas hidrológicas e a leitura crítica da planície de inundação, a educação atua no fortalecimento das ações de prevenção, mitigação e preparação, que constituem o núcleo da gestão de riscos no período pré-desastre. Assim, a formação socioambiental contínua

da população amplia a capacidade de antecipação, reduz as vulnerabilidades e qualifica a atuação do poder público e da sociedade frente aos eventos de inundação, criando bases mais sólidas para uma gestão integrada e sustentável dos riscos.

Ao articular as mudanças nas percepções socioambientais da população com as experiências vivenciadas durante e após os eventos de inundação, será possível promover o desenvolvimento contínuo da resiliência por meio do aprendizado social e institucional. Esse processo permite avaliar criticamente as ações adotadas nas diferentes etapas da gestão de riscos de desastres, identificando aquelas que se mostraram mais eficientes, bem como ajustando ou descartando práticas que não contribuíram para a redução das vulnerabilidades.

Em uma perspectiva de longo prazo, espera-se que esse processo formativo contribua para que as futuras gerações sejam mais capacitadas do ponto de vista intelectual, social e político, contribuindo para a consolidação de uma sociedade com maior inteligência socioambiental. Tal condição poderá qualificar as futuras tomadas de decisão e a formulação de políticas públicas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, preservação ambiental e gestão de recursos hídricos, incorporando de forma sistemática a análise dos efeitos das mudanças climáticas em curso e fortalecendo o desenvolvimento sustentável do município de Montenegro.

Com isso, conclui-se que o desenvolvimento da inteligência territorial permitirá à população compreender de forma mais aprofundada as dinâmicas hidrológicas naturais do Rio Caí e de sua bacia hidrográfica. Ao ampliar a capacidade de leitura e interpretação do território, essa inteligência tende a fortalecer a autonomia e o protagonismo social, tornando os sujeitos mais visíveis nos processos de planejamento e gestão. Como resultado, contribui para a redução de desigualdades à medida que o conhecimento do território passa a orientar a ação coletiva e a tomada de decisão.

7.1 PERSPECTIVAS FUTURAS

A implementação do LABiCAÍ poderá propulsionar a consolidação de uma nova relação da sociedade montenegrina com o seu território e o Rio Caí, com impactos que extrapolem o âmbito educacional imediato, chegando às dimensões social, ambiental, econômica e cultural, especialmente no médio e longo prazo. Ao promover a educação socioambiental a partir do conhecimento do lugar, da leitura crítica da

paisagem e da compreensão dos processos naturais associados às inundações, o LABiCAÍ poderá contribuir na formação de gerações mais conscientes, capazes de compreender o risco não como exceção, mas como parte constitutiva da dinâmica fluvial e territorial.

Espera-se que o LABiCAÍ atue como catalisador da construção de uma nova identidade territorial para Montenegro: a de uma cidade que surgiu às margens do rio, conviveu historicamente com as inundações e, a partir da ampliação da consciência coletiva, passou a adotar uma cultura preventiva, resiliente e baseada no planejamento territorial. Tal mudança de paradigma pressupõe o fortalecimento de medidas como a desocupação progressiva de áreas de alto risco hidrológico e geológico — especialmente as áreas marcadas por elevada vulnerabilidade socioambiental —, o fortalecimento do planejamento e da fiscalização ambiental e urbanística, a criação de parques urbanos em áreas de planície de inundação e acidentes topográficos (morros urbanos), o estímulo à adoção de SBN e a valorização de serviços ecossistêmicos associados aos ambientes fluviais.

A partir de uma transformação sociocultural, visualiza-se também a ampliação de novas vocações territoriais, com destaque ao turismo ambiental (Rio Caí e morros), rural (capital da citricultura e da bergamota Montenegrina), arqueológico (dezenas de sítios arqueológicos mapeados no município e região) e artístico (Cidade das Artes + FUNDARTE), todos articulados às práticas de fortalecimento do conhecimento do lugar. Assim, o município passa a ressignificar sua imagem historicamente associada ao perfil industrial e à dependência de receitas vinculadas a modelos produtivos suscetíveis a reestruturações econômicas e fiscais, criando uma cultura social que reconhece e investe no conhecimento do lugar como fonte de aprendizado e oportunidade para a expansão das atividades turísticas e econômicas.

Tal processo ganha relevância diante das mudanças introduzidas pela reforma tributária (Lei Complementar Federal nº 214/2025), cuja vigência prevista a partir de 2029 deslocará a arrecadação do local da produção para o local do consumo, impactando de forma expressiva a receita municipal (estimativas apontam redução de até 49,28% no orçamento municipal⁸).

Portanto, é crucial que ocorram investimentos visando fortalecer a perspectiva de Montenegro como município estratégico no roteiro turístico da Região

⁸ <https://jornalibia.com.br/montenegro/reforma-tributaria-pode-reduzir-quase-a-metade-a-arrecadacao-de-montenegro/>

Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), considerando seu elevado potencial para tornar-se referência regional em turismo ambiental/rural/arqueológico/de aventura e em políticas de resiliência às inundações.

Essa projeção se sustenta pela localização privilegiada do município, próximo a grandes centros urbanos como Porto Alegre, Canoas, São Leopoldo e Novo Hamburgo, mas preservando características típicas do interior, como maior sensação de segurança, trânsito menos congestionado e um expressivo território rural, com extensão de 425 km². Tais atributos reforçam a viabilidade operacional de estratégias de desenvolvimento sustentável baseadas na valorização do território e da paisagem.

No campo da gestão de riscos, as perspectivas futuras do LABiCAÍ dialogam com estudos técnicos e científicos que vêm reposicionando a convivência com as inundações como medida prioritária na hierarquia de estratégias de redução de riscos (resiliência urbana às inundações), especialmente diante dos elevados custos (e incertezas) econômicos, sociais e ambientais associados a obras estruturais de grande porte. A recorrência de eventos extremos, os danos econômicos expressivos observados em municípios da RMPA e os custos elevados envolvidos em determinadas soluções estruturais reforçam a necessidade de abordagens integradas, preventivas e territorialmente contextualizadas. Nesse cenário, a EA emerge como elemento central para a consolidação de políticas públicas mais eficientes, socialmente aceitas e financeiramente sustentáveis.

Ao articular EA, leitura do território (EBL), gestão de riscos e possibilidades de valorização do patrimônio natural/histórico/cultural, o LABiCAÍ projeta-se como um instrumento capaz de contribuir para a construção de uma nova Montenegro: uma cidade que fortalece sua capacidade adaptativa e se posiciona como referência em resiliência às inundações. As ideias e diretrizes aqui apresentadas, concebidas e registradas ao longo do desenvolvimento deste projeto, refletem a intenção de deixar como legado não apenas um produto educacional, mas uma visão estratégica de futuro sustentável ambiental, social e economicamente para o município.

7.2 REPLICABILIDADE DO MODELO METODOLÓGICO DO LABiCAÍ EM OUTRAS CIDADES INUNDÁVEIS

Entende-se que o modelo metodológico do LABiCAÍ apresenta potencial de replicabilidade em outros municípios suscetíveis a inundações, inclusive fora do contexto macrorregional gaúcho. Tal potencial resulta de sua fundamentação epistemológica, na qual o território não é apenas objeto de análise, mas base estruturante da produção do conhecimento e da ação socioambiental.

A replicabilidade do modelo é possível através de sua estrutura metodológica, que articula conhecimento científico, saberes locais e leitura crítica do território. Enquanto os conteúdos e dinâmicas são necessariamente adaptados às especificidades de cada localidade, o método — centrado na interpretação territorial dos riscos, na EBL e na construção da inteligência territorial — mantém-se transferível e aplicável a diferentes contextos socioambientais.

Assim, o LABiCAÍ configura-se como uma tecnologia social de caráter aberto e adaptativo, capaz de ser reinterpretada conforme as particularidades hidrológicas, sociais e culturais de cada território, promovendo a ampliação da educação socioambiental, o fortalecimento da cultura de prevenção e a construção da resiliência às inundações, consolidando a inteligência territorial como eixo estruturante da gestão de riscos em cidades inundáveis e permitindo que diferentes municípios interpretem seus territórios e desenvolvam ferramentas próprias para a compreensão crítica das dinâmicas socioespaciais.

REFERÊNCIAS

- ALENCASTRO, Mario Sergio Cunha; SOUZA LIMA, José Edmilson de. **Educação ambiental: breves considerações epistemológicas**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 20–50, jan./jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.22292/mas.v8i4.421>. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/421>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- ALVES, Josiane Delgado Machado; GARCIA, Rosane Nunes. **As concepções de educação ambiental do Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano (LIAU) realizadas dentro da proposta de educação integral no contraturno da Rede Municipal de Educação de Porto Alegre**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/117522/000966826.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- APN-VG. **Cartilha de educação ambiental: relatório de atividades 2014-2016**. Gravataí, RS: APN-VG, 2016.
- APOEMA. **Passeio no barco-escola Martim Pescador**. 14 abr. 2007. Disponível em: http://apoema.com.br/passeio_martim_pescador.htm. Acesso em: 4 mar. 2026.
- BEHREND, Martin. **Retirado das águas por dívidas, barco do Instituto Martim Pescador não tem previsão de voltar ao Rio dos Sinos**. Disponível em: <https://martinbehrend.com.br/notas/retirado-das-aguas-por-dividas-barco-do-instituto-martim-pescador-nao-tem-previsao-de-voltar-ao-rio-dos-sinos>. Acesso em: 4 mar. 2026.
- BERKES, Fikret; COLDING, Johan; FOLKE, Carl. **Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 17 jul. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 17 jul. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 17 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores**. v. 2. Brasília: MMA, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 abr. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 17 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 jun. 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 17 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Educação e redução de riscos de desastres: práticas e reflexões**. São José dos Campos: CEMADEN, 2022.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Gestão de riscos e desastres: conceitos, práticas e políticas públicas**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2014.

COLLA, André Roberto da Silva. **Barco escola: navegando na educação ambiental**. Revista Multidisciplinar Humanidades e Tecnologias, Paracatu, v. 42, n. 1, p. 74–83, 2023. Disponível em: https://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/4652. Acesso em: 27 jan. 2025.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 383 p. (Relatório Brundtland).

COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE (C3S). **Copernicus: 2024 is the first year to exceed 1.5°C above pre-industrial level**. 2025. Disponível em: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-first-year-exceed-15degc-above-pre-industrial-level>. Acesso em: 30 jan. 2026.

CORREIA, Francisco Nunes; FORDHAM, Maureen; SARAIVA, Maria da Graça; BERNARDO, Fátima. **Flood hazard assessment and management: interface with the public**. Water Resources Management, Dordrecht, v. 12, n. 3, p. 209–227, jun. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008092302962>. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1008092302962>. Acesso em: 16 jul. 2025.

DANTAS, Mário Eduardo *et al.* **Origem das paisagens do estado do Rio Grande do Sul**. In: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2010. p. 35–50.

DIAMOND, Jared. **Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas**. 13. ed. Rio de Janeiro: Record, 2013.

ESPÍRITO SANTO JUNIOR, Lourinaldo Rodrigues do. **A Escola Ambiental Águas do Capibaribe: um modelo de utilização do rio como sala de aula**. Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 316–331, mar. 2015. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2015.v10.1865>. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/1865>. Acesso em: 16 jul. 2025.

EW, Reinaldo Alnei. **Essa história começou há mais de 150 anos**. Jornal Ibiá, Montenegro, 2023. Disponível em: <https://jornalibia.com.br/destaques/essa-historia-comecou-ha-mais-de-150-anos/>. Acesso em: 21 mar. 2025.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). **Arquivos geoespaciais: eventos climáticos de maio de 2024**. Porto Alegre: FEPAM, [2024]. Disponível em: <https://fepam.rs.gov.br/arquivos-geoespaciais-eventos-climaticos-de-maio-de-2024>. Acesso em: 22 abr. 2026.

FERREIRA, Luciano. **Dia do Meio Ambiente é celebrado com aula no Barco Escola**. Recife, 5 jun. 2018. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/05/06/2018/dia-do-meio-ambiente-e-celebrado-com-aula-no-barco-escola>. Acesso em: 1 fev. 2025.

FÓRUM GLOBAL. **Tratado de educação ambiental para sociedades sustentáveis e responsabilidade global**. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/tratado.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2026.

GARCIAS, Carlos M.; FERENTZ, Leandro M. da S.; PINHEIRO, Eduardo G. **A resiliência como instrumento de análise da gestão municipal de riscos e desastres**. Redes, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 2, p. 99–121, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17058/redes.v24i2.13241>.

GERSONIUS, Berry; VEERBEEK, William; SUBHAN, Abdus; STONE, Karin; ZEVENBERGEN, Chris. **Toward a more flood resilient urban environment: the Dutch multi level safety approach to flood risk management**. In: ZIMMERMANN, Klaus Otto (ed.). **Resilient Cities: climate and adaptation to climate change – proceedings of the Global Forum 2010**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 273–282. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-0785-6_28. Acesso em: 16 jul. 2025.

GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik; GRENN, Åsa; BARTON, David N.; LANGEMEYER, Johannes; MCPHEARSON, Timon; O'FARRELL, Patrick; ANDERSSON, Erik; HAMSTEAD, Zoé; KREMER, Peleg. **Urban ecosystem services**. In: FALLER, Just; ENGELS, Christiane (ed.). **Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities**. Dordrecht: Springer, 2013. p. 175–251. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1_11. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-7088-1_11. Acesso em: 16 jul. 2025.

GRUENEWALD, David A.; SMITH, Gregory A. (ed.). **Place-based education in the global age: local diversity**. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008. 377 p.

HIDROVIDA. **Barco Martim Pescador**. GeoCities. Disponível em: <https://www.geocities.ws/hidrovida/barco.htm>. Acesso em: 4 mar. 2026.

HOLLING, C. S. **Resilience and stability of ecological systems**. Annual Review of Ecology and Systematics, Palo Alto, CA, v. 4, p. 1–23, 1973. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2096802>. Acesso em: 16 jul. 2025.

INSTITUTO MARTIM PESCADOR. **Barco-escola Martim Pescador: projeto de educação ambiental**. Novo Hamburgo, 2009. Disponível em: https://www.expressao.com.br/ecologia/cases/2009/MARTIM_PESCADOR.pdf. Acesso em: 4 mar. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (IPH/UFRGS). **Nota técnica: consequências na drenagem do sistema urbano durante evento de precipitação intensa no município considerando a cheia do Guaíba**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2024. Disponível em: https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/05/NT_Analise_Eventos_Intensos_2024.pdf. Acesso em: 16 jul. 2025.

KASPER, Ernesto. **Fotografias aéreas obtidas por drone no município de Montenegro, RS**. 2024–2026. Arquivo pessoal.

LEFF, Enrique. **Epistemologia ambiental**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LENNON, Mick; SCOTT, Mark; O'NEILL, Eoin. **Urban design and adapting to flood risk: the role of green infrastructure**. Journal of Urban Design, London, v. 19, n. 5, p. 745–758, dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/13574809.2014.944113>. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13574809.2014.944113>. Acesso em: 16 jul. 2025.

LIAO, Kuei-Hsien. **A theory on urban resilience to floods: a basis for alternative planning practices**. Ecology and Society, [S. l.], v. 17, n. 4, art. 48, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-05231-170448>. Disponível em: <https://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss4/art48/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

LIAO, Kuei-Hsien; LE, Anh Tuan; NGUYEN, Kien Van. **Urban design principles for flood resilience: learning from the ecological wisdom of living with floods in the Vietnamese Mekong Delta**. Landscape and Urban Planning, Amsterdam, v. 155, p. 69–78, nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.01.014>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204616300494>. Acesso em: 16 jul. 2025.

LINKIN PARK. **What I've Done**. Direção: Joe Hahn. YouTube, 2007. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8sgycukafqQ>. Acesso em: 6 mar. 2026.

MCCLYMONT, Kerri; MORRISON, David; BEEVERS, Lindsay; CARMEN, Esther. **Flood resilience: a systematic review**. Journal of Environmental Planning and Management, [S. l.], v. 63, n. 7, p. 1151–1176, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1641474>. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1641474>. Acesso em: 16 jul. 2025.

McEWEN, Lindsey; HOLMES, Andrew; QUINN, Nevil; COBBING, Paul. **“Learning for resilience”**: developing community capital through flood action groups in urban flood risk settings with lower social capital. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, [S. l.], v. 27, p. 329–342, jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.10.018>. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.10.018>. Acesso em: 16 jul. 2025.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jørgen; BEHRENS III, William W. **Limites do crescimento: um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978. 205 p. Tradução de Inês M. F. Litto; revisão de Eglacy Porto Silva. (Coleção Debates).

MELO, Paulo. **Escola Flutuante Águas do Capibaribe realiza encontro formativo para professores da rede**. Recife, 4 out. 2021. Disponível em: <http://www.portaldeducacao.recife.pe.gov.br/groups/escola-flutuante-guas-do-capibaribe-realiza-encontro-formativo-para-professores-da-rede>. Acesso em: 1 fev. 2025.

MENEGAT, Rualdo. **Como construir uma educação ambiental integrada: um exemplo a partir do Atlas Ambiental de Porto Alegre**. In: CARRANO, Paulo César Rodrigues; ROSA, Álvaro Chrispino da (org.). **Utopia e democracia na educação cidadã**. Porto Alegre: Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre, 2000. p. 141–158.

MENEGAT, Rualdo; ALMEIDA, Gerson. **Sustentabilidade, democracia e gestão ambiental urbana**. In: MENEGAT, Rualdo; ALMEIDA, Gerson. **Desenvolvimento sustentável e estratégias para a gestão ambiental**. Porto Alegre: EDUFRGS, 2004. p. 173–196.

MENEGAT, Rualdo. **A emergência da tecnourbesfera e os novos desafios da geologia urbana**. In: MACHADO, Rômulo (org.). **As Ciências da Terra e sua importância para a Humanidade: a contribuição brasileira para o Ano Internacional do Planeta Terra – AIPT**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. p. 75–91.

MENEZES, Inaldo. **Alunos da Rede Municipal têm aula ambiental no barco escola durante a Conferência Brasileira de Mudança do Clima**. Recife, 29 nov. 2019. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/node/290232>. Acesso em: 1 fev. 2025.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; DI GREGORIO, Luciana T.; VERÓL, Aline Pires. **Gestão de riscos e desastres hidrológicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. 276 p.

MONTENEGRO (RS). **Lei municipal nº 4.293, de 19 de dezembro de 2005. Institui o Código de Meio Ambiente do Município de Montenegro**. Diário Oficial do Município, Montenegro, RS, 2005. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rs/m/montenegro/lei-ordinaria/2005/429/4293/lei-ordinaria-n-4293-2005-institui-o-codigo-de-meio-ambiente-do-municipio-de-montenegro>. Acesso em: 17 jul. 2025.

MONTENEGRO (RS). **Lei nº 7.329, de 28 de fevereiro de 2025. Reorganiza e consolida a estrutura administrativa do Poder Executivo Municipal.** Montenegro, RS, 2025.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins; NASCIMENTO, Raquel Landim; SOARES, Luana do Nascimento. **Geoeducação: princípios teóricos e bases legais.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17., 2017, Campinas. **Anais [...].** Campinas: Unicamp, 2017. p. 3054–3065. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1953>. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1953>. Acesso em: 27 jan. 2025.

OLIVEIRA, Livânia Norberta; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. **Definições e aplicações da resiliência na ciência geográfica.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 39, p. 1–13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v39i0.159581>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/159581>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano: Estocolmo, 5 a 16 de junho de 1972.** [S. l.: s. n.], 1972. Disponível em: <https://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Declaracao%20de%20Estocolmo%201972.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Report of the United Nations Conference on the Human Environment.** New York: United Nations, 1973. iv, 77 p. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/523249>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Resolução 44/236 da Assembleia Geral, de 22 dez. 1989: proclama a Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (1990–1999) e estabelece o Dia Internacional para a Redução do Risco de Desastres, a ser observado anualmente em 13 de outubro.** Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/82536>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Yokohama strategy and plan of action for a safer world: guidelines for natural disaster prevention, preparedness and mitigation.** World Conference on Natural Disaster Reduction (23–27 May 1994, Yokohama, Japan). A/CONF.172/9. New York: United Nations, 1994. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/yokohama-strategy-and-plan-action-safer-world-guidelines-natural-disaster-prevention>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Hyogo framework for action 2005–2015: building the resilience of nations and communities to disasters.** A/CONF.206/6. Kobe, Hyogo, Japan, 18–22 jan. 2005. New York: United Nations, 2005. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/hyogo-framework-action-2005-2015-building-resilience-nations-and-communities-disasters>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Brasília, [s.d.]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 17 jul. 2025.

OSORIO, Andréa Ketzer. **O Laboratório de Inteligência do Ambiente Urbano (LIAU): uma estratégia da Rede Municipal de Educação de Porto Alegre que aproxima Geografia e Educação Ambiental**. 2013. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, 2013.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Sumário para formuladores de políticas**. In: **Aquecimento global de 1,5°C: relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)**. Brasília: MCTIC, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Sumário para formuladores de políticas**. In: **Mudança do clima e terra: um relatório especial do IPCC sobre mudança do clima, desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres**. Brasília: MCTIC, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/srcl-port-web.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Sumário para formuladores de políticas**. In: **Mudança do clima 2021: a base científica. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do IPCC**. Brasília: MCTIC, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf. Acesso em: 22 nov. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Summary for policymakers**. In: **Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2022a. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Summary for policymakers**. In: **Climate change 2022: mitigation of climate change. Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2022b. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Summary for policymakers. In: Climate change 2023: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf. Acesso em: 28 dez. 2024.

PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal de Educação (SMED). **Conhecer: edição especial – 15 anos do LIAU.** Porto Alegre, v. 5, maio 2015. 128 p. Disponível em: https://websmed.portoalegre.rs.gov.br/escolas/conhecer/revistas/05_2015.pdf. Acesso em: 17 jul. 2025.

PROENÇA, Thiago Iwaszko Marques. **As marcas indígenas na região sócio-paisagística das terras baixas às margens do rio Caí.** 2014. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/104493>. Acesso em: 16 jul. 2025.

PROFILL Engenharia e Ambiente Ltda. **Relatório temático A.2: diagnóstico da disponibilidade hídrica.** Porto Alegre: PROFFIL, 2007. 1ª Etapa do Plano da Bacia do Rio Caí: consolidação do conhecimento sobre recursos hídricos e enquadramento dos recursos hídricos superficiais.

RENNE, Paul R.; ERNESTO, Mário; PACCA, Ignácio G.; COE, Robert S.; GLYNN, Paul J.; JAQUES, André L.; HALL, Christopher M. **The age of Paraná flood volcanism, rifting of Gondwanaland, and the Jurassic–Cretaceous boundary.** Science, Washington, v. 258, n. 5084, p. 975–979, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.258.5084.975>.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Obras Públicas, Irrigação e Desenvolvimento Urbano (SOP). **Estudo de alternativas para minimização do efeito das cheias do trecho baixo do rio Caí.** Porto Alegre, 2014. E-book.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). **G030 – Bacia Hidrográfica do Rio Caí.** 2022. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/g030-bh-cai>. Acesso em: 21 mar. 2025.

ROCHA, Alex. **Orla do Gasômetro, Porto Alegre (RS).** Destino POA, 2024. Disponível em: <https://destinopoa.com.br/artigo/orla-do-gasometro-o-cartao-postal-da-capital-gaucha/>. Acesso em: 1 fev. 2026.

ROSA, André Osório. **Análise zooarqueológica do sítio Garivaldino (RS-TA-58), município de Montenegro, RS.** Pesquisas: Antropologia, Porto Alegre, n. 67, p. 133–171, 2009. Disponível em: <https://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/antropologia/volumes/067/Rosa.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SAUVÉ, Lucie. **Educação ambiental: possibilidades e limitações.** Educação & Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317–322, maio/ago. 2005a.

SAUVÉ, Lucie. **Uma cartografia das correntes de educação ambiental**. In: SATO, Michèle; CARVALHO, Isabel Cristina Moura (org.). **Educação ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2005b. p. 17–45.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. **Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental**. *Ciência & Educação* (Bauru), Bauru, v. 10, n. 1, p. 133–147, jan./jun. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100010>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100010>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. **Afetividade, motivação e construção de conhecimento científico nas aulas desenvolvidas em ambientes naturais**. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 120–136, nov. 2008.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2014.

SILVA, Cleonice de Carvalho. **Educação, escola e ambiente urbano**. *Revista de Ciências Humanas*, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 523–538, jul./dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2012v30n2p523>. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2012v30n2p523>. Acesso em: 17 jul. 2025.

SILVA, Emanuel Duarte. **Definição da planície de inundação das cidades de São Sebastião do Caí e Montenegro, RS: relatório técnico**. Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil (CPRM), 2016. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/24364>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SILVEIRA, Markus Vinicius; CARDOSO, Christiano. **Promoção da cultura de prevenção de desastres**. *Revista Ordem Pública*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 211–222, jan./jun. 2016. Disponível em: <https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/120>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SUPERINTENDÊNCIA DE PORTOS E HIDROVIAS (SPH). **Barco Martim Pescador desenvolve atividades de educação ambiental**. Porto Alegre, 2005. Disponível em: http://www.sph.rs.gov.br/sph2005/sph/noticias_full.php?noticiaid=122. Acesso em: 4 mar. 2026.

TEWARI, H. R.; BHOWMICK, P. K.; McCORMICK, Melinda. **Roles of government and community support, flood experience, and flood education in livelihood resilience**. *The Journal of Sociology & Social Welfare*, Kalamazoo, v. 42, n. 4, p. 101–133, dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.15453/0191-5096.3939>. Disponível em: <https://scholarworks.wmich.edu/jssw/vol42/iss4/7>. Acesso em: 16 jul. 2025.

TV MON HD – Canal 6. **Geólogo avalia que assoreamento e alargamento da margem do Caí não interferiram na vazão durante enchente**. Facebook, 17 out. 2025. Disponível em: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1282711457202165&set=a.466817788791540&type=3&re_f=embed_post. Acesso em: 4 mar. 2026.

UNESCO. **The Belgrade Charter: global framework for environmental education.** Convergence, Toronto, v. 8, n. 4, p. 57–59, 1975.

UNESCO. **Intergovernmental conference on environmental education: final report.** Paris: UNESCO, 1977.

UNESCO. **Environmental education in the light of the Tbilisi Conference.** Paris: UNESCO, 1980. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000038550>. Acesso em: 17 jul. 2025.

UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: objetivos de aprendizagem.** Brasília: UNESCO, 2017. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444_por. Acesso em: 17 jul. 2025.

UNESCO. **Greening curriculum guidance: teaching and learning for climate action.** Paris: UNESCO, 2024.

UNITED NATIONS. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives.** Geneva: United Nations, 2004. 429 p. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/657_lwr1.pdf. Acesso em: 8 dez. 2025.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030.** Nova York: ONU, 2015.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **DRR and UNDRR's history.** Geneva, [s.d.]. Disponível em: <https://www.undrr.org/our-work/history>. Acesso em: 29 ago. 2024.

WANG, Zhiqiang *et al.* **Analysis of the public flood risk perception in a flood prone city: the case of Jingdezhen City in China.** Water, Basel, v. 10, n. 11, art. 1577, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/w10111577>. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w10111577>. Acesso em: 16 jul. 2025.

WORLD BANK. **BID, CEPAL e Grupo Banco Mundial estimam que atuação tempestiva evitou impacto de 1,1 ponto percentual do PIB no Rio Grande do Sul.** Washington, 28 nov. 2024. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2024/11/28/relatorio-banco-mundial-bid-cepal-impacto-enchentes-pib-rio-grande-sul>. Acesso em: 27 jan. 2025.

YU, Kongjian; LEI, Zhang; LI, Dihua. **Living with water: flood adaptive landscapes in the Yellow River Basin of China.** Journal of Landscape Architecture, London, v. 3, n. 2, p. 6–17, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/18626033.2008.9723400>. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/18626033.2008.9723400>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ZEVENBERGEN, Chris; VEERBEEK, W.; GERSONIUS, Berry; VAN HERK, Sebastiaan. **Challenges in urban flood management: travelling across spatial and temporal scales.** Journal of Flood Risk Management, London, v. 1, n. 2, p. 81–88, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2008.00010.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1753-318X.2008.00010.x>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ZEVENBERGEN, Chris; GERSONIUS, Berry; RADHAKRISHNAN, Mohan. **Flood resilience**. Philosophical Transactions of the Royal Society A, London, v. 378, art. 20190212, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0212>. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0212>. Acesso em: 16 jul. 2025.

ZHONG, Ming *et al.* **A framework to evaluate community resilience to urban floods: a case study in three communities**. Sustainability, Basel, v. 12, n. 4, art. 1521, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12041521>. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12041521>. Acesso em: 16 jul. 2025.