



## **Análise e potencialidades da reestruturação de áreas de baixas altitude em Rio do Sul: propostas de mitigação de inundações e qualidade de vida**

### ***Analysis and Potential of Restructuring Low-Altitude Areas in Rio do Sul: Flood Mitigation Proposals and Quality of Life***

**Sara Dotta Correa, Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí**

sara.correa@unidavi.edu.br

**Alison Busse, Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí**

alison.busse@unidavi.edu.br

**Luiz Fernando Oliveira Mazzurana, Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí**

luiz.mazzurana@unidavi.edu.br

**Deborah Dotta Correa, IHE Delft**

d.dottacorrea@un-ihe.org

**Maristela Macedo Poleza, Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí**

maristela@unidavi.edu.br

Número da sessão temática da submissão – [7]

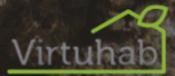
#### **Resumo**

Rio do Sul, localizada no Alto Vale do Itajaí, enfrenta recorrentes inundações devido à sua configuração geográfica, marcada por vales e confluência de rios que dificultam o escoamento da água. Entre as áreas mais afetadas está o Loteamento Jardim Luís Bianchetti, no bairro Taboão, que sofre impactos severos durante o período de chuvas intensas. Este estudo apresenta a Fase 1 de um projeto voltado para a mitigação de desastres e cidades resilientes, analisando a viabilidade da implementação de um parque alagável como estratégia de retenção hídrica e requalificação urbana. A pesquisa adota uma metodologia mista, combinando análise de dados geográficos e históricos, entrevistas e avaliação das condições físicas e ambientais do bairro. Diferente de estudos anteriores que se concentram no diagnóstico das enchentes, este trabalho busca explorar a aplicação de Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) para transformar áreas vulneráveis. Nesta etapa inicial, a ênfase recai sobre a análise do território e a formulação de diretrizes sustentáveis para a intervenção. Estudos futuros abordarão a Fase 2, voltada para o desenvolvimento do projeto arquitetônico em um ambiente de modelagem BIM. Assim, a pesquisa contribui para a prevenção de desastres naturais e para a melhoria da qualidade de vida da população, destacando a importância de soluções que integrem drenagem urbana sustentável e regeneração ambiental como parte de uma estratégia de resiliência urbana.

**Palavras-chave:** Resiliência Urbana; Parque Alagável; Inundação; Alto Vale do Itajaí, Sustentabilidade.

#### **Abstract**

*Given Rio do Sul's geographic location in the Alto Vale do Itajaí, the city is highly susceptible to flooding. The natural configuration of the basin causes rainfall to accumulate in higher areas and flow*



*towards lower regions, increasing flood risks. Additionally, the city's valley setting and the confluence of multiple rivers, along with sub-basins obstructed by larger tributaries, slow down water drainage. This leads to recurrent flooding, affecting low-lying neighborhoods such as Jardim Luís Bianchetti in the Taboão district. This study presents Phase 1 of a broader project aimed at resilient cities and disaster mitigation, focusing on the implementation of a floodable park as a retention basin. The methodology involves a mixed approach, combining geographic and historical data analysis, interviews, and environmental assessments. The study highlights the urgent need for mitigation strategies, given the severe economic, social, and environmental impacts of recurrent floods. Although existing literature discusses Nature-Based Solutions (NBS) and floodable parks, most studies in Alto Vale do Itajaí focus on diagnosing flood events rather than applying NBS to rehabilitate vulnerable areas. This article, reporting on Phase 1, analyzes flood-prone areas and proposes sustainable interventions. Future research (Phase 2) will develop the architectural project using BIM modeling to refine and simulate proposed solutions. While this study does not yet include architectural design, it provides essential urban planning guidelines to enhance flood management and improve urban resilience, contributing to sustainability and quality of life in Rio do Sul.*

**Keywords:** *Urban Resilience; Floodable Park; Flooding; Alto Vale do Itajaí, Sustainability.*

## 1. Introdução

A localização de Rio do Sul no Alto Vale do Itajaí, contribui para que a cidade seja uma área de risco a inundações, pois devido à configuração natural da bacia, o local recebe grande volume de água das chuvas que se acumulam nas partes altas e escoam para as regiões mais baixas, como Rio do Sul. Além disso, a própria geografia da cidade, situada num vale, e em uma região de confluência de rios, com várias sub bacias que são represadas por tributários maiores, dificulta o escoamento rápido da água, aumentando a probabilidade de inundações frequentes. O período de chuvas fortes, que ocorrem na maioria das vezes no segundo semestre, entre setembro e novembro, acarreta em áreas mais baixas da cidade sendo imediatamente afetadas. Entre essas áreas está o Loteamento Jardim Luís Bianchetti, no bairro Taboão, que é uma das mais afetadas pelas inundações na cidade. Este estudo apresenta a Fase 1 de um projeto mais amplo voltado para cidades resilientes e mitigação de desastres naturais, o qual está em desenvolvimento, que tem por objetivo analisar potenciais melhorias urbanísticas e ambientais que poderiam ser alcançadas para a área, por meio da implementação de um parque alagável funcionando como bacia de retenção no caso de inundações. A metodologia utilizada envolve uma abordagem mista, que combina a análise de dados geográficos e históricos da área, entrevistas, e a avaliação das condições físicas e ambientais do bairro. A justificativa para este estudo se baseia na urgência de medidas que mitiguem esses impactos, que é clara diante dos constantes danos econômicos, sociais e ambientais. Ainda, embora a literatura já apresentar estudos que abordam Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) e o uso de parques alagáveis para mitigação de enchentes, em particular, estudos realizados no Alto Vale do Itajaí têm se concentrado predominantemente no diagnóstico dos eventos de inundações e na avaliação dos impactos socioambientais, sem explorar a aplicação prática e a integração de SBNs para requalificar áreas vulneráveis. Dessa forma, uma vez que esse artigo reporta os resultados correspondentes à Fase 1 do projeto, o foco está na análise das áreas suscetíveis a inundações e a propostas de intervenções sustentáveis. Nesta etapa inicial, o objetivo é realizar uma análise detalhada e uma revisão da literatura, estabelecendo as bases teóricas e práticas para a elaboração de soluções urbanísticas, como parques alagáveis, no contexto de Rio do Sul. Estudos futuros abordarão a Fase 2 do projeto, que consistirá no desenvolvimento do projeto arquitetônico em um ambiente de modelagem BIM, com o objetivo de detalhar e simular as propostas concebidas. No entanto, este artigo se limita à avaliação da viabilidade técnica e ambiental, sem incluir o projeto arquitetônico, que será tratado em trabalhos subsequentes. Além disso, o estudo é relevante em vista da prevenção de desastres naturais e à melhoria das



condições de vida da população local, que há décadas sofre com esses eventos. A implementação de soluções urbanísticas que contemplem tanto a contenção das inundações quanto a requalificação do espaço urbano é fundamental para promover a resiliência no bairro. Os resultados incluem a identificação dos benefícios, contribuindo com diretrizes urbanísticas que possam ser implementadas em conjunto com o parque visando melhorar as condições de vida e promover a sustentabilidade urbana na região.

## **2. Assentamentos urbanos: Infraestrutura, Saúde e Qualidade de Vida no Alto Vale do Itajaí**

Os assentamentos urbanos, particularmente aqueles suscetíveis a inundações, devido à sua geografia em cota baixa e proximidade com corpos d'água, enfrentam riscos acentuados relacionados à saúde, segurança, degradação ambiental, poluição e condições sanitárias inadequadas (Canholi, 2005). Segundo Schorn et al. (2023), o estudo dos riscos naturais, que visa o planejamento territorial, deve considerar a probabilidade temporal (chance de ocorrência) e espacial (susceptibilidade) dos fenômenos perigosos, além de analisar a vulnerabilidade das comunidades que podem ser impactadas por esses eventos (Bulti et al. 2019).

O Alto Vale do Itajaí, em Santa Catarina, faz parte da maior bacia de vertente atlântica do estado, a Bacia do Rio Itajaí-Açu, com cerca de 15.000 km<sup>2</sup> (Comitê Do Itajaí, 2010). De acordo com a Agência Nacional de Águas, Rio do Sul está localizada dentro da bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, que pertence à Região Hidrográfica 7 (RH7), conhecida como Vale do Itajaí. Segundo o relevo, a bacia do Itajaí-Açu acomoda-se em três ambientes naturais como: Alto Itajaí-Açu, polarizado por Rio do Sul, Médio Itajaí-Açu, polarizado por Blumenau e Baixo Itajaí-Açu, polarizado por Itajaí. A cidade de Rio do Sul está situada no encontro dos rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste, onde o Rio Itajaí-Açu se origina (ANA, 2024). Esses rios se encontram em Rio do Sul, o que contribui para a propensão da cidade a sofrer inundações frequentes, dado também sua baixa altitude. A bacia hidrográfica abriga uma população de mais de 1,24 milhão de pessoas, distribuídas por 49 municípios, sendo Blumenau o principal polo econômico (Comitê Do Itajaí, 2010). As enchentes periódicas representam um grande desafio, principalmente em áreas urbanas de menor altitude como Rio do Sul, onde o impacto é mais severo em termos de danos à infraestrutura e à qualidade de vida da população, tendo em vista que a cidade recebe grande volume de água das chuvas que se acumulam nas partes altas e escoam para as regiões mais baixas devido à configuração natural da bacia (Schorn et al., 2023).

De acordo com Khodadad et al. (2023) e Czechowski (2015), a infraestrutura verde se apresenta como uma estratégia multifuncional que oferece uma ampla gama de benefícios sociais, econômicos e ambientais, sobretudo na gestão sustentável das águas pluviais urbanas. A transição da infraestrutura cinza para a verde em ambientes urbanos tem sido associada a melhorias significativas nas condições sociais, educacionais, econômicas e ambientais, demonstrando seu potencial transformador (Oliveira et al., 2016; Meyer et al., 2020). Em virtude desses resultados, a infraestrutura verde vem recebendo crescente atenção em escalas local e global, desempenhando um papel crucial na promoção da sustentabilidade. Essa abordagem convergente está em alinhamento com a concepção defendida por Librelotto et al. (2012), a qual enfatiza que a sustentabilidade deve articular de maneira integrada os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Cockram (2017) corrobora a eficácia dos parques alagáveis como instrumentos para a adaptação às mudanças climáticas e para o desenvolvimento sustentável das cidades, contudo,

tais estudos carecem de aplicações específicas ao contexto do Alto Vale do Itajaí. Ao preencher essa lacuna, o presente trabalho se apresenta como um pioneiro na área de estudo, contribuindo para ampliar o debate e incentivar a adoção de SBNs em áreas urbanas de risco. Essa abordagem, além de inovadora, serve de base para futuras pesquisas que poderão expandir a amostra qualitativa e aprofundar a análise dos impactos socioeconômicos e ambientais da implementação dessas soluções (Leite & Awad, 2019).

Dessa forma, esse artigo visa analisar as potencialidades de reestruturação de um bairro de Rio do Sul, através de intervenções urbanísticas, com foco na implantação de um parque alagável e outras medidas para mitigação dos impactos das inundações e melhoria das condições de saúde pública (Du et al., 2010). Além disso, diretrizes urbanísticas complementares são apontadas que, associadas ao parque, possam promover melhorias e resiliência do bairro. O uso de um parque alagável como bacia de retenção em uma área que originalmente era várzea e hoje está urbanizada é justificado por diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos (Marchezini et al. 2017). Essas áreas, que desempenhavam a função natural de absorver e retardar o fluxo das águas pluviais e das cheias, podem ser restauradas para mitigar os impactos das inundações (Alderman et al. 2012; Ahern et al 2005). Diante das mudanças climáticas, que aumentam a frequência e a intensidade das chuvas na região, as soluções baseadas na natureza, como os parques alagáveis, tornam-se fundamentais para aumentar a resiliência das comunidades urbanas e mitigar os impactos dos alagamentos (Bulti et al., 2019).

## 2.1 Caracterização físico ambiental da área: Jardim Luis Bianchetti

Relatos comunitários indicam que o loteamento Jardim Luis Bianchetti começou a ser ocupado nas últimas décadas. As enchentes na região, inclusive as enxurradas, têm sido um problema recorrente, exacerbadas pela falta de planejamento urbano adequado e a ausência de infraestrutura para escoamento de águas pluviais. A área, antes de ser loteada, apresentava características naturais de várzea, com corpos d'água que contribuem para sua saturação em períodos de chuvas fortes. O fenômeno de enchente é recorrente no local, com registros de inundações em quase todos os eventos de chuvas intensas que atingem a cidade. Além disso, a presença de esgoto a céu aberto e o terreno de baixa permeabilidade agravam os problemas de saúde pública durante as enchentes, criando uma mistura perigosa entre águas pluviais e esgoto, segundo evidenciam as Figuras 1, 2 e 3.



**Figuras 1, 2 e 3: Esgoto a céu aberto**  
**Fonte: autores (2024)**

Sobre áreas antes destinadas a mitigar alagamentos, Bettine et al. (2012) complementam que o processo de urbanização resultou na incorporação das várzeas dos rios ao sistema viário, por meio da implantação das chamadas "vias de fundo de vale". Para viabilizar essas

intervenções, inúmeros cursos d'água foram retificados e canalizados, seja a céu aberto, seja por meio de galerias subterrâneas, permitindo a construção de vias marginais sobre os antigos meandros. Esse processo levou à supressão das várzeas, que historicamente eram áreas sujeitas a alagamentos sazonais. Como consequência, houve uma aceleração do escoamento superficial, aumentando significativamente os picos de vazão e intensificando a ocorrência de inundações (Canholi, 2005). Além disso, a remoção da vegetação ribeirinha, conhecida como mata ciliar, eliminou um elemento essencial para a infiltração da água no solo e a regulação do volume das cheias. No lugar dessas áreas naturais, foram construídas extensas barreiras de concreto, o que comprometeu ainda mais a capacidade de retenção e drenagem da água, intensificando as inundações em áreas a jusante (Bettine et al. 2012; Canholi, 2005). A situação atual da vegetação é ilustradas nas Figuras 4, 5 e 6.



**Figuras 4, 5 e 6: Caracterização da vegetação natural e residências em áreas de várzea**

Fonte: autores (2024)

## **2.2 Histórico de evolução da ocupação da área**

As imagens da área de estudo, datadas de 1957 (Figura 7) e 1978 (Figura 8), mostram a transformação de uma área originalmente de várzea em uma zona que mais tarde seria ocupada. Em 1957, a fotografia em tons sépia evidencia a paisagem ainda predominante de várzea, caracterizada pela vegetação natural e sem presença de edificações. Essa paisagem é comum em áreas próximas a rios, que frequentemente inundam e deixam o solo propício para a agricultura. A várzea, neste contexto, tinha um papel fundamental na regulação natural do ciclo da água, permitindo a infiltração e o escoamento lento, o que ajuda a minimizar os efeitos das cheias (Oliveira et al., 2019).



**Figura 7: Área de estudo em 1957**



**Figura 8: Área de estudo em 1978**

Fonte: Center for Weather Forecasting and Climate Studies (CPTEC /DISSM)

Na fotografia de 1978, (Figura 8) em preto e branco, é perceptível o início de alguma infraestrutura que indica os primeiros passos de ocupação. Ainda que muitas áreas rurais prevaleçam em Rio do Sul nesta época, a expansão da cidade já se mostrava inevitável. Próximo ao bairro Jardim Bianchetti, há plantações de arroz que se beneficiam das características úmidas do solo e da proximidade com o rio. A leve transição observada nas imagens evidencia a presença de áreas naturalmente alagáveis, levando a desafios relacionados à drenagem e ao manejo das águas pluviais.

Já a comparação entre as imagens de 2005 e 2024 (Figuras de 9 e 10) do bairro Jardim Luís Bianchetti ilustra de maneira clara o impacto da urbanização na região. Na imagem de 2005, observa-se uma parte de área natural semi predominantemente composta por vegetação de várzea, característica de terrenos com baixa altitude, propensos à inundação. Já com a presença de uma ocupação inicial, as vias ainda se apresentam na forma de chão batido, sem pavimentação. Esses ambientes funcionam como áreas de escoamento natural das águas das chuvas, favorecendo o controle das cheias e a preservação dos cursos d'água, como o Ribeirão Taboão. A ausência de construções evidenciava a função ecológica do local, com solo permeável e vegetação que contribuía para a absorção da água.



**Figura 9: Área de estudo em 2005**

Fonte: Google Earth Pro



**Figura 10: Área de estudo em 2024**

Em contraste, na imagem de 2024, é possível ver a ocupação urbana se consolidando, com a implantação de ruas e a construção de diversas residências. A urbanização não adequada e a impermeabilização do solo alteraram significativamente o ambiente natural. A cobertura vegetal foi suprimida, e a criação de vias pavimentadas e residências reduziu a capacidade do solo de absorver as águas das chuvas, o que aumentou a frequência e a gravidade das inundações. O esgoto a céu aberto, um dos problemas que surgiu com a urbanização, também se tornou um agravante para a saúde pública local, especialmente quando as águas pluviais transbordam, misturando-se ao esgoto e contaminando o ambiente (Du et al., 2010). Essa rápida transformação da paisagem ilustra os impactos ambientais e urbanos que contribuem para o

aumento da vulnerabilidade do bairro às inundações, comprometendo tanto a infraestrutura quanto a qualidade de vida dos moradores (Du et al., 2010; Pereira, 2014)

Para mais, em todas as imagens, é possível observar a presença limitada de remanescentes da Mata Atlântica, o que sugere a falta de áreas de preservação permanente (APPs) ao longo do curso. Em regiões naturais de várzea e margens de rios, as APPs desempenham um papel crucial para a proteção dos corpos d'água, funcionando como uma barreira natural que ajuda a evitar a erosão das margens, a preservar a biodiversidade local e a reduzir o impacto de enchentes (Castro et al., 2018). A ausência de APPs adequadas nas margens de rios reflete uma falta de políticas de conservação que devem ser aplicadas para proteger esses ambientes frágeis. Sem essas áreas de vegetação nativa, a capacidade de infiltração da água é drasticamente reduzida, e a velocidade do escoamento superficial aumenta, favorecendo as cheias e a degradação dos solos. Essa falta de APP também impacta diretamente a fauna e flora locais, reduzindo a biodiversidade e comprometendo os serviços ecossistêmicos que essas áreas oferecem (Londe et al., 2015; Castro et al., 2018).

A expansão das cidades e a conversão de áreas de várzea para usos agrícolas e/ou residenciais, sem a preservação de APPs, agravam ainda mais a vulnerabilidade dos locais e tornam suscetíveis às inundações frequentes (Castro et al., O'Keefe, 1976; . A presença de mata ciliar e vegetação nativa ao longo do rio poderia não apenas contribuir para a mitigação de enchentes, mas também para a manutenção da qualidade da água e a estabilização das margens, beneficiando a infraestrutura urbana e a qualidade de vida dos moradores (Pereira, 2014; Bulti et al., 2019; Leite & Awad, 2019).

### 2.3 Cotas de inundação

Ainda, é necessário evidenciar o efeito do avanço das águas em situações de alagamentos. As imagens abaixo destacam as condições de inundação em diferentes níveis do Rio Itajaí-Açu. A interpretação da área com manchas de inundação para diferentes níveis de água serviu como base para entender a extensão das áreas afetadas. A análise levou em consideração eventos anteriores, como as inundações de 2011 e 2023, para correlacionar os níveis de água com os danos observados, em mapas elaborados em GIS com os dados do Comitê Do Itajaí e da Defesa Civil de Rio do Sul.



**Figura 11: Situação da área com o rio na cota de 7,5m**  
**Fonte: autores, com base em Defesa Civil de Rio do Sul.**

Em um nível de rio de 7,5 metros, conforme a Figura 11, o impacto da inundação começa a emergir, mas normalmente é contido em áreas baixas adjacentes ao rio. Essas áreas podem incluir terras agrícolas e regiões construídas.



**Figura 12: Área do Loteamento após o rio atingir a marca 7 metros em 18/05/2024.**  
Fonte: Nscototal (2024)

Embora o alagamento possa não interromper muito a vida diária em toda a localidade Jardim Luis Bianchetti, os moradores locais podem enfrentar inconvenientes, como problemas temporários de acesso ou pequenos danos causados pela água (Figura 12).

Quando o rio sobe para 8,5 metros (Figura 13), uma parte significativa do local é impactada. Quase a totalidade das ruas do loteamento se tornam intransitáveis, em uma situação de inundação moderada. Nesse ponto já há interrupção de mobilidade e as atividades econômicas locais. As respostas de emergência se tornam críticas nesta fase, com medidas de evacuação provavelmente sendo promulgadas para os moradores afetados.



**Figura 13: Situação da área com o rio na cota de 8,5m**  
Fonte: autores, com base em Defesa Civil de Rio do Sul.

Do nível 9,5 (Figura 14) ao 13,5 (Figura 16), as inundações atingem proporções catastróficas. O loteamento não vive mais uma situação de apenas alagamentos, pois com esse nível o rio já está quase atingindo o telhado de muitas casas, e os moradores que não possuem residência de dois andares precisam ser totalmente evacuados (Figuras 15 e 17).





Fonte: Nsc total (2024)

A recuperação de inundações nesta escala geralmente requer amplo apoio da comunidade para reconstruir e mitigar riscos futuros.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Este estudo adota uma abordagem mista que combina métodos quantitativos e qualitativos (Lakatos e Marconi, 2003) para analisar as condições ambientais e urbanísticas do Loteamento Jardim Luis Bianchetti, em Rio do Sul, e fundamentar a proposta inovadora de transformar parte da área em um parque alagável. A parte quantitativa do estudo consiste em uma análise detalhada de dados geográficos e históricos da área. Foram utilizadas técnicas de cartografia e mapeamento ambiental para identificar pontos críticos relacionados ao escoamento superficial, acúmulo de água e vulnerabilidade da infraestrutura local. Essa análise baseia-se em estudos como os de Oliveira et al., (2016), Hannes (2018) e Cockram (2017), que ressaltam a importância de compreender os processos de inundação e a evolução da ocupação urbana em áreas de risco. A integração desses dados possibilita não apenas a identificação de padrões históricos de enchentes, mas também o mapeamento da transformação urbana ao longo do tempo, evidenciando a perda de áreas de vegetação nativa e a ampliação das zonas vulneráveis.

Como complemento à análise quantitativa, foi realizada uma etapa qualitativa de caráter exploratório. Com base na metodologia de Correa (2021; 2023), quanto à coleta de dados acerca da análise do processo de instauração da ocupação de um assentamento, foram conduzidas entrevistas piloto com moradores e com a líder comunitária do bairro. Dessa forma, durante as visitas ao local, foi possível:

- ❖ Conversar com os moradores que atendiam à porta, coletando percepções sobre os impactos das enchentes e a dinâmica local.
- ❖ Entrevistar a líder comunitária, que compartilhou a história do loteamento — relatando, por exemplo, sua experiência desde a primeira residência instalada na década de 1980, as recorrentes inundações, a dinâmica dos abrigos e os procedimentos adotados para a remoção de móveis em situações de emergência.
- ❖ Registrar, por meio de fotografias, marcas de enchentes em postes, pontos remanescentes de vegetação original e outras evidências visuais que contribuíram para o mapeamento da vulnerabilidade do local.

As informações obtidas foram sistematizadas e traduzidas em diretrizes com base em Khodadad (2023) e Canholi (2005) e Pereira et al., (2014), além das indicações de sustentabilidade do ponto de vista econômico, social e ambiental (Librelotto, 2012), para a melhoria da qualidade de vida dos moradores, reforçando a compreensão dos desafios e das oportunidades de intervenção na área.

A proposta deste estudo se destaca pela integração inédita de métodos quantitativos e qualitativos para avaliar a viabilidade de implementar um parque alagável no Loteamento Jardim Luis Bianchetti, em Rio do Sul. Embora a literatura já apresente estudos que abordam Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) e o uso de parques alagáveis para mitigação de enchentes (Cockram, 2017), em particular, estudos realizados no Alto Vale do Itajaí têm se concentrado predominantemente no diagnóstico dos eventos de inundação e na avaliação dos impactos socioambientais, sem explorar a aplicação prática e a integração de SBNs para requalificar áreas vulneráveis.



Essa lacuna evidencia a originalidade da abordagem adotada neste trabalho, que, ao combinar uma análise histórica e geográfica robusta com entrevistas exploratórias — mesmo que piloto —, proporciona uma visão holística e inovadora do problema. A partir da análise dos dados históricos e da evolução urbanística, somada aos relatos e observações in loco dos moradores e da liderança comunitária, o estudo não só identifica padrões e vulnerabilidades, mas também traduz essas informações em diretrizes práticas para a transformação da área em uma infraestrutura verde resiliente. Essa metodologia integrada possibilita não apenas a mitigação dos riscos de enchentes, mas também a promoção de uma melhoria na qualidade de vida da população local, ao oferecer um modelo que alia controle hídrico à revitalização urbana.

## 4. Resultados

### 4.1 Parque alagáveis como bacias de retenção

Os parques alagáveis vêm sendo implementados em diversas partes do mundo (Cockram, 2017; Hannes, 2018). As bacias de retenção urbanas e a infraestrutura verde, quando incorporados a parques, podem suportar enchentes e agregar valor às cidades, representando uma abordagem resiliente e sustentável para o gerenciamento de eventos de alta pluviosidade, como é o caso de Rio do Sul. Dessa forma, a combinação de infraestrutura verde e bacias de retenção em áreas urbanas alagáveis são essenciais para fortalecer a adaptação climática das cidades (Leite & Awad, 2019; Khodadad, 2023).

Cockram (2017) aborda a importância das bacias de retenção e parques alagáveis em áreas urbanas para a mitigação de enchentes e melhorias ambientais. Bacias de retenção urbanas quando integradas a parques alagáveis, podem atuar como instrumentos importantes para a drenagem sustentável, pois contribuem para a redução dos picos de enchentes e ainda oferecem espaços recreativos para a comunidade (Bulti et al. 2019). Essa integração resulta em soluções eficazes para a gestão hídrica, ao mesmo tempo que promove a qualidade de vida urbana. Já para Hannes (2018) a integração das bacias de retenção com áreas verdes, na forma de parques alagáveis, proporciona múltiplos benefícios, pois além de controlar as cheias, também promove ganhos ecológicos e sociais, especialmente em zonas urbanas propensas a inundações frequentes. Assim, implementação dessas áreas verdes contribui para a resiliência das cidades frente aos impactos das mudanças climáticas (Meyer et al., 2020).

Marques et al. (2021) discutem a relevância das Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) em áreas urbanas, destacando os parques alagáveis como uma estratégia eficaz para mitigar os efeitos das inundações e melhorar a qualidade de vida urbana. Eles argumentam que os parques alagáveis, ao serem implementados em bacias de retenção, desempenham uma função dupla: servem como espaços de lazer e ao mesmo tempo ajudam a regular o fluxo de água durante as cheias, sendo fundamentais para a resiliência das cidades. Por essas razões, esse estudo voltou-se para a proposição de um parque alagável para a área localizada no Loteamento Luís Bianchetti, em Rio do Sul.

Além disso, a localização da área alagável está diretamente ligada aos fatores de cota de altitude ilustradas na Figura 5, entre as cotas 332 e 337. Colocar o lago no ponto mais baixo da área oferece múltiplos benefícios que aprimoram tanto a funcionalidade do parque alagável quanto sua sustentabilidade (Leite & Awad, 2019):

- ❖ Ponto Natural de Coleta de Água: Estando na parte mais baixa do terreno, o lago coleta naturalmente a água pluvial proveniente das áreas circundantes, evitando inundações em terrenos mais elevados ou em espaços urbanos adjacentes (Canholi, 2005).



- ❖ **Retenção e Infiltração da Água:** O lago atua como um reservatório de retenção, armazenando o excesso de água da chuva durante tempestades intensas e permitindo sua infiltração gradual no solo. Esse processo auxilia na recarga dos lençóis freáticos locais e reduz a sobrecarga nos sistemas de drenagem urbana (Canholi, 2005).
- ❖ **Sistemas Radiculares para Estabilização do Solo:** Plantas aquáticas como junco e taboa possuem sistemas radiculares extensos que melhoram a estabilidade e a permeabilidade do solo. Essas raízes também potencializam a infiltração da água, minimizando o escoamento superficial (Marchezini et al., 2017).
- ❖ **Filtragem de Poluentes:** As raízes das plantas de áreas úmidas atuam como filtros naturais, retendo sedimentos e absorvendo nutrientes como nitrogênio e fósforo da água pluvial. Isso contribui para a redução da poluição hídrica e melhora a qualidade da água que se infiltra no solo ou escoar para corpos d'água próximos (Cockram, 2017).
- ❖ **Apoio à Biodiversidade:** O ambiente úmido criado pelo lago e sua vegetação fornece habitat para diversas espécies aquáticas e terrestres, promovendo a biodiversidade local. Ele oferece alimento, abrigo e locais de reprodução para a fauna, contribuindo para a saúde do ecossistema (Hannes, 2018).
- ❖ **Regulação Climática:** O lago ajuda a regular o microclima local ao aumentar a umidade e reduzir a temperatura por meio do resfriamento evaporativo, tornando o ambiente do parque mais confortável (Castro et al., 2018).
- ❖ **Valor Comunitário e Educacional:** O lago funciona como um elemento educativo, ensinando os visitantes sobre processos ecológicos como retenção de água, infiltração e o papel das plantas na gestão sustentável da água. Além disso, promove a conscientização sobre a importância da conservação das áreas úmidas (Bulti et al. 2019).

## 4.2 Benefícios do parque para a localidade

A criação do parque em Rio do Sul atuaria como um "escudo" contra as águas do rio, protegendo as residências da inundações. Além de oferecer proteção, os parques alagáveis melhoram a qualidade da água ao filtrar poluentes e sedimentos, promovem a biodiversidade local e servem como espaços recreativos para a comunidade, contribuindo para a qualidade de vida dos moradores. Adicionalmente, essa solução se revela mais custo-efetiva a longo prazo em comparação a grandes obras de engenharia, como diques ou canais de drenagem, que demandam altos custos de manutenção.

De acordo com relatos obtidos nas entrevistas com os moradores do Jardim Luis Bianchetti, em outubro de 2023, os residentes relataram que por volta das 9h30min, do dia 16 de outubro, pouco tempo após o início das chuvas, a principal via do bairro, a Rua André Largura, já estava praticamente submersa. Apenas 1h15min depois, às 10h45min, todas as ruas do loteamento já haviam sido completamente inundadas. A velocidade com que a água subiu surpreendeu os moradores, que não conseguiram retirar seus pertences a tempo, evidenciando a falta de um sistema de alerta eficaz e de infraestrutura de contenção. Tais informações ressaltam a vulnerabilidade da região e reforçam a necessidade de um estudo de caso aprofundado, que analise a vazão do Ribeirão Taboão e a capacidade da galeria pluvial localizada na Estrada Blumenau. Por essa razão, a área de implantação do parque consiste nas áreas mais vulneráveis do bairro, que correspondem às cotas de altitude de 333 a 340. Nessa área ainda há um

remanescente de várzea e uma área arborizada que seria incorporada ao parque, segundo ilustram as Figuras 18 e 19.



**Figura 18 e 19: Áreas remanescentes de várzea**  
Fonte: autores (2024)

Além disso, estudos sobre os impactos das inundações na saúde pública indicam que a exposição a águas de esgoto e contaminadas aumenta substancialmente o risco de doenças infecciosas e outras condições de saúde. Segundo Du et al. (2010), as inundações intensificam a exposição humana a patógenos presentes em águas contaminadas, particularmente em áreas onde a infraestrutura de esgoto é insuficiente ou danificada durante esses eventos. Nessas situações, os residentes estão expostos a doenças como gastroenterites, hepatite A e infecções de pele, devido ao contato direto com águas poluídas e ao consumo de água contaminada.

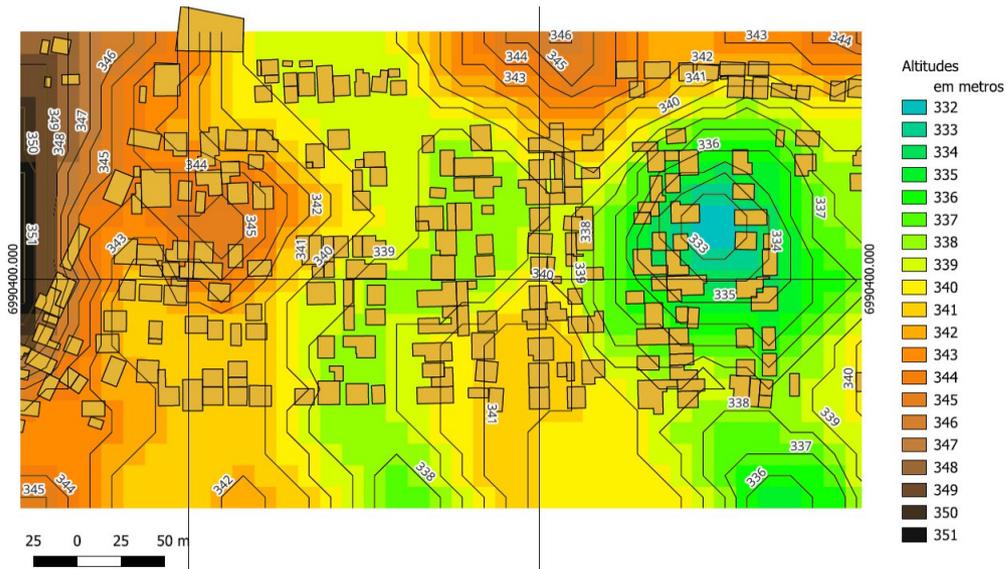
Para mais, Ahern et al. (2005) e Alderman et al. (2012) reforçam que as inundações podem agravar condições de saúde pré-existentes e promover o surgimento de novas enfermidades. Eles observam que os efeitos das inundações na saúde incluem desde problemas respiratórios causados pela umidade elevada e pelo mofo em residências até condições mais graves, como leptospirose e doenças transmitidas por vetores. Os impactos na saúde mental também são significativos, pois a perda de habitações e o deslocamento forçado criam um estresse psicológico adicional para a população afetada (Du et al., 2010).

Alderman et al. (2012) argumentam que a gestão inadequada do esgoto urbano durante e após as inundações potencializa os riscos para a saúde pública, especialmente em áreas urbanas de países em desenvolvimento, onde os sistemas de saneamento são frequentemente incapazes de suportar grandes volumes de água. Por essa razão há a necessidade de políticas de mitigação que melhorem a infraestrutura de drenagem e saneamento, visando minimizar os riscos à saúde durante eventos de inundação.

Portanto, ao estudar os efeitos das inundações na saúde, é essencial considerar tanto os impactos imediatos quanto os de longo prazo do contato com esgoto e águas contaminadas, particularmente em regiões vulneráveis. Esse foco pode subsidiar políticas públicas mais eficazes e a implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) que ajudem a conter e filtrar a água de enchentes, reduzindo os riscos para a saúde e aumentando a resiliência das áreas urbanas frente a esses eventos (Meyer et al., 2020; Fu et al., 2020).

#### **4.4 Estudo altimétrico e implementação BIM**

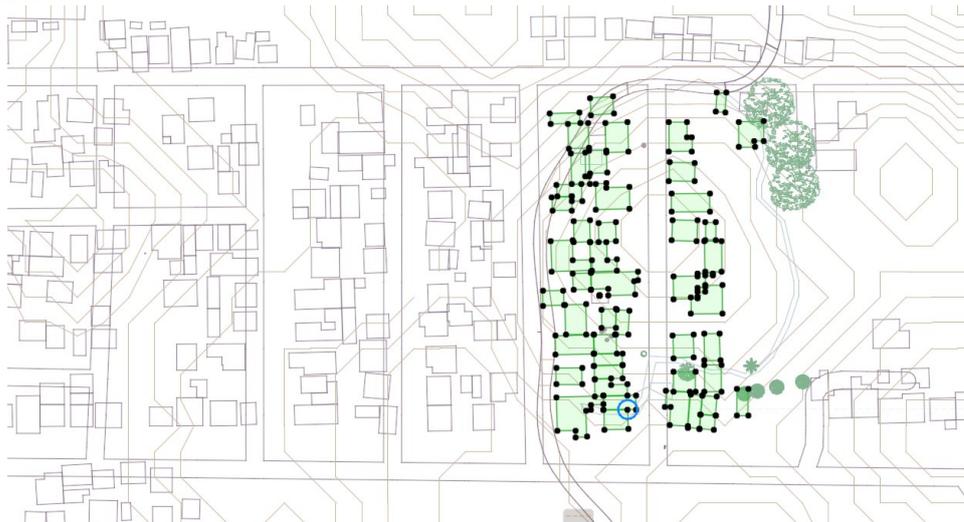
O mapa da Figura 20 representa a altimetria do bairro, destacando a variação de altitude na região. As cores indicam diferentes cotas, com tons mais escuros representando áreas mais elevadas e tons mais claros indicando áreas mais baixas. A cota mais baixa registrada no bairro é 332 metros, o que a torna um ponto crítico para alagamentos. A decisão de posicionar a bacia de retenção entre as cotas 332 e 336 está alinhada com essa característica topográfica, pois permite o acúmulo de água nas áreas mais suscetíveis a inundações.



**Figura 20: Mapa de cotas altitudes da área**

**Fonte: autores**

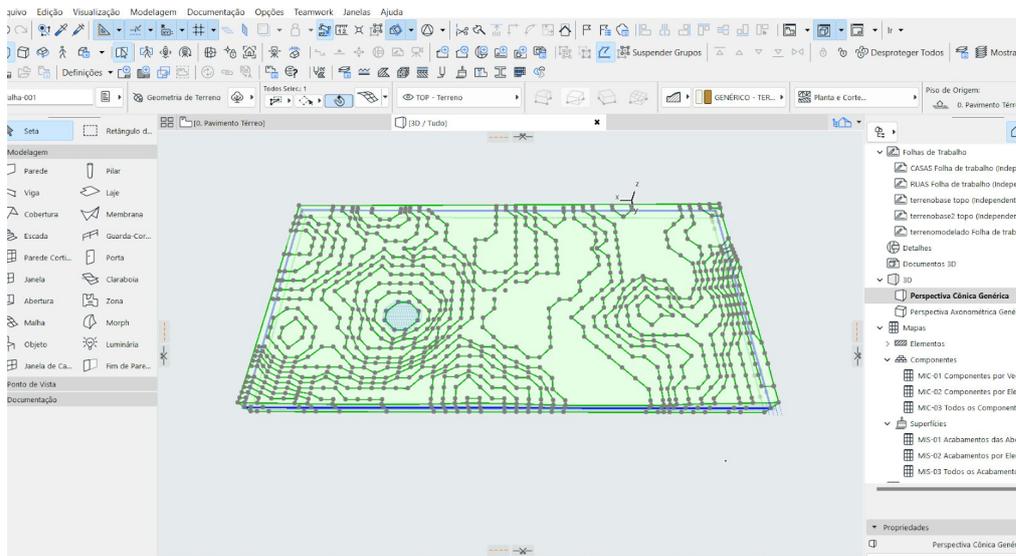
Além disso, a remoção de 46 residências dessa área (Figura 21) se justifica pela necessidade de garantir a segurança da população, realocando essas moradias para partes mais altas do bairro.



**Figura 21: remoção da população em caráter de alto risco**

**Fonte: autores**

A Figura 22 ilustra o modelo digital de elevação em ambiente BIM, o que finaliza a Fase do Projeto. A Fase 2 engloba o projeto arquitetônico do parque e aplicação das estratégias de infraestrutura verde e SBN.



**Figura 22: Modelo digital de elevação do terreno da área de Archicad**  
Fonte: autores

## 5. Análises dos Resultados e Discussões

### 5.1 Soluções projetuais

A proposição de uma praça-parque alagável que integra soluções sustentáveis e espaços de convivência no Jardim Bianchetti, com foco na requalificação urbana e ambiental utilizará princípios como infraestrutura verde, acessibilidade universal e SBN, destacando os seguintes elementos:

- ❖ **Função alagável:** Adoção de caminhos permeáveis e elevados, espelhos d'água e uma abordagem que evita impermeabilização excessiva sinaliza o potencial do parque para funcionar como uma área de retenção. Em eventos de cheia, o espaço poderia absorver parte do volume de água, mitigando os impactos das inundações nas áreas adjacentes.
- ❖ **Uso sustentável de materiais:** O parque pretende utilizar bancos feitos de madeira de demolição envernizada e caminhos de decks, evitando o uso excessivo de cimento e promovendo a permeabilidade do solo. Esses materiais não apenas mantêm o visual natural, mas também ajudam na infiltração da água da chuva, fundamental para a função alagável.
- ❖ **Acessibilidade e segurança:** Rampas com inclinação adequada e passarelas com guarda-corpos foram projetadas para conectar diferentes áreas do parque, facilitando o acesso para cadeirantes e promovendo a segurança dos usuários, em especial crianças, que contam com um playground cercado.
- ❖ **Sustentabilidade energética:** A iluminação pública é garantida por postes fotovoltaicos, integrando o uso de energia renovável ao projeto e reduzindo o impacto ambiental.

A proposta de transformar um fragmento do Jardim Bianchetti em uma praça-parque alagável visa mitigar problemas de inundações ao mesmo tempo em que oferece infraestrutura de lazer e convivência. O uso de materiais naturais, além de uma topografia cuidadosamente desenhada, permitiria que o parque funcionasse como uma bacia de retenção, captando a água das chuvas e protegendo as áreas habitadas ao redor. Essa abordagem reforça o papel do urbanismo sustentável na criação de espaços resilientes às mudanças climáticas. Ainda, soluções baseadas em Infraestrutura Verde e SBN são desenvolvidas, segundo a Tabela 1:

Tabela 1: Descrição de soluções SBN da proposta



<b>Solução</b>	<b>Função</b>
<b>Canais Naturalizados</b>	Restaura parcialmente a dinâmica natural dos cursos d'água, favorecendo a infiltração, a recarga de aquíferos e a melhoria da qualidade da água.
<b>Bacia de Retenção</b>	Diminuem a probabilidade de inundações. Quando inseridas em parques, criam oportunidades de lazer, educação ambiental e valorização paisagística.
<b>Telhados Verdes</b>	Armazenam água da chuva. Diminuem a poluição em mananciais ao retardar o escoamento superficial.
<b>Wetlands (Zonas Úmidas)</b>	Atua na filtragem de água, retenção de poluentes, recarga de aquíferos, promoção da biodiversidade.
<b>Arborização Urbana</b>	Promove a infiltração da água no solo. Valoriza o espaço urbano e pode servir como ferramenta de educação ambiental, como programas de plantio participativo.
<b>Muros Verdes</b>	Ajudam na redução do escoamento superficial, ainda que em escala menor do que outras soluções.
<b>Jardim de Chuva</b>	Proporciona redução na necessidade de tratamento de água e de irrigação, pois permite que a água da chuva seja direcionada para o solo, contribuindo também para a infiltração
<b>Biovaleta</b>	Atua na condução e infiltração da água pluvial, reduzindo a sobrecarga das redes de drenagem
<b>Rios</b>	A manutenção de matas ciliares e a recuperação de áreas degradadas ao longo das margens podem reduzir significativamente a poluição em mananciais, além de criar oportunidades de lazer, turismo e educação ambiental.

## **Conclusão**

Este estudo demonstrou a Fase 1 de um projeto em desenvolvimento, o qual estuda a viabilidade de implementar um parque alagável no Loteamento Jardim Luis Bianchetti, em Rio do Sul, como uma estratégia eficaz para mitigar os impactos decorrentes das inundações e promover melhorias urbanísticas e ambientais. A análise realizada evidenciou que a localização da cidade, em um vale e na confluência de rios, torna áreas de baixa altitude especialmente vulneráveis a alagamentos frequentes. Por meio da revisão de literatura e da avaliação das condições geográficas, históricas e socioambientais, ficou claro que o parque teria o potencial de atuar como uma bacia de retenção eficiente, ao mesmo tempo em que proporciona benefícios ecológicos e sociais, incluindo maior resiliência urbana e qualidade de vida para a população local.

Apesar das contribuições significativas deste estudo, algumas limitações foram identificadas. Por se tratar de uma fase preliminar, o trabalho concentrou-se na análise de viabilidade, sem incluir o detalhamento técnico do projeto arquitetônico, que será reportado em uma etapa futura. Além disso, os resultados dependem da aceitação e do engajamento da comunidade, cuja receptividade pode variar de acordo com fatores culturais, sociais e econômicos. A resistência a mudanças ou a falta de compreensão sobre os benefícios do parque alagável são desafios potenciais que deverão ser enfrentados na próxima fase do projeto.



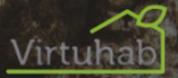
Os principais achados deste estudo destacam a relevância de integrar soluções baseadas na natureza, como parques alagáveis, no planejamento urbano de cidades suscetíveis a desastres naturais. Essa abordagem não apenas mitiga riscos, mas também transforma áreas vulneráveis em espaços de convivência e valorização ambiental, contribuindo para a resiliência urbana de Rio do Sul. A pesquisa reforça a importância de iniciativas que combinem controle hídrico e requalificação urbana, servindo como um modelo replicável para outras cidades em condições semelhantes.

O parque alagável, portanto, deve integrar diferentes infraestruturas verdes para maximizar seus benefícios ambientais, sociais e urbanos. A implementação de jardins de chuva, biovaletas, lagoas pluviais e wetlands contribuirá para a retenção e infiltração da água, reduzindo enchentes e melhorando a qualidade hídrica. A arborização urbana e áreas verdes auxiliarão na regulação térmica, na melhoria do ar e na biodiversidade, além de promoverem espaços de lazer e educação ambiental. A recuperação de córregos e a renaturalização de margens fortalecerão a resiliência hídrica e ecológica, enquanto telhados e muros verdes, aliados à agricultura urbana, poderão potencializar a sustentabilidade local. Essas diretrizes garantem que o parque funcione como uma Solução Baseada na Natureza, promovendo equilíbrio entre drenagem sustentável, qualidade de vida e regeneração ambiental.

Para pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar a avaliação dos impactos sociais e econômicos da implementação do parque, bem como explorar técnicas avançadas de modelagem em BIM e GIS para simular cenários de enchentes. Do ponto de vista de políticas públicas, é essencial que gestores priorizem a implementação de infraestruturas resilientes, aliando o desenvolvimento urbano à gestão de riscos de desastres naturais, e promovam a conscientização comunitária para garantir o sucesso de propostas como esta.

## Referências

- AHERN, M.; KOVATS, R. S.; WILKINSON, P.; FEW, R.; MATTHIES, F. Global health impacts of floods: Epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews*, v. 27, p. 36–46, 2005. DOI: 10.1093/epirev/mxi004.
- ALDEMAN, K.; TURNER, L. R.; TONG, S. Floods and human health: A systematic review. *Environment International*, v. 47, p. 37–47, 2012. DOI: 10.1016/j.envint.2012.06.003.
- MARQUES, T. H. N., & FRANCO, M. de A. R. (2021). Soluções baseadas na natureza para a resiliência urbana na América Latina. *Revista LABVERDE*, 11(1), 6-11.
- COCKRAM, Michael. *Befriending the Floods. A Chinese landscape architect restore the ecology of an urban wetland and creates an innovative, ever-changing park*, 2017.
- BETTINE, S. L.; RICATTO, F.; JUNIOR, A. C.; DEMANBORO, A. C. Áreas ecologicamente estáveis como instrumento de planejamento ambiental. *Interciência*, v. 37, n. 10, p. 769-774, 2012.



BULTI, D.T.; GIRMA, B.; MEGENTO, T.L. Community flood resilience assessment frameworks: A review. *SN Appl. Sci.* 1, 1663 (2019).

CANHOLI, AP (2005) *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. Oficina de Textos. São Paulo, Brasil. 302 pp.

CASTRO, S. L. I., MAY, L. R., & GARCIAS, C. M. (2018). MEIO AMBIENTE E CIDADES – ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) MARGINAIS URBANAS NA LEI FEDERAL N. 12.651/12. *Ciência Florestal*, 28(3), 1340–1349.

COMITÊ DO ITAJAÍ. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Itajaí*. Blumenau: Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí, 2010.

CORREA, SD; VERZOLA VAZ CE. A shape grammar for the spontaneous occupation settled in fishing villages: The case of Garopaba, Brazil. *International Journal of Architectural Computing*. 2023;21(1):158-187.

CORREA SD. Uma gramática da forma para as vilas pesqueiras catarinenses: análise do processo de instauração da ocupação litorânea. Master Thesis. Florianópolis, Brazil: Universidade Federal de Santa Catarina, 2021, p. 240.

CUNHA, L.; LEAL, C. Natureza e sociedade no estudo dos riscos naturais. Exemplos de aplicação ao ordenamento do território no município de Torres Novas (Portugal). In: PASSOS, M. M.; CUNHA, L.; JACINTO, R. (Org.). *As novas geografias dos países de língua portuguesa. Paisagens, territórios e políticas no Brasil e em Portugal*, v. 1, n. 1, p. 47-66. São Paulo: Geografia em Movimento, 2011.

CZECHOWSKI, Daniel; HAUCK, Thomas; HAUDSLADEN, Georg. *Revising Green Infrastructure Concepts Between Nature and Design*. Florida : CRC Press, 2015

DU, W.; FITZGERALD, G. J.; CLARK, M.; HOU, X.-Y. Health impacts of floods. *Prehospital and Disaster Medicine*, v. 25, n. 3, p. 265–272, 2010. DOI: 10.1017/S1049023X00008141.

FU, G.; Meng, F.; Rivas Casado, M.; Kalawsky, R.S. Towards Integrated Flood Risk and Resilience Management. *Water* Volume 12, Issue 6, (2020).

HANNES, Evy. *Infraestrutura verde como estratégia para comunidades ecológicas: um plano para a Vila Amélia*. 2017. 201p. Dissertação. (Mestrado)

KHODADAD, M.; Aguilar Barajas, I.; Khan, A.Z. Green Infrastructure for Urban Flood Resilience: A Review of Recent Literature on Bibliometrics, Methodologies, and Typologies. *Water* (2023)



LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEITE, Carlos; AWAD, Juliana Cesare Marques. Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes, Desenvolvimento Sustentável num Planeta Urbano. 2019

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha, FERROLI, Paulo Cesar Machado, MUTTI, Cristine dos Nascimento, ARRIGONE, Giovanna Maria. A Teoria do Equilíbrio: alternativas para sustentabilidade na construção civil. DIOESC: Florianópolis, 2012

LONDE, L. DE R. et al. Impactos de desastres socioambientais em saúde pública: estudos dos casos dos Estados de Santa Catarina em 2008 e Pernambuco em 2010. Rev. bras. estud. popul., São Paulo, v. 32 n. 3, p. 537-562, dez. 2015.

MARCHEZINI, V. et al (Eds.). Reduction of vulnerability to disasters: from knowledge to action. São Carlos: RiMa Editora, 2017. 624 p. il. ISBN – 978-85-7656.050.0

MEYER, M.A., Hendricks, M., Newman, G.D., Masterson, J.H., Cooper, J.T., Sansom, G., Gharaibeh, N., Horney, J., Berke, P., van Zandt, S. and Cousins, T. (2020), "Participatory action research: tools for disaster resilience education", International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, Vol. 9 No. 4/5, pp. 402-419.

PEREIRA, C. A. R.; BARATA, M. M. de L. Organização dos serviços urbanos de saúde frente à mudança do clima e ao risco de desastres na América Latina. saúde debate, v. 38, n. 102, p. 624-634, set. 2014.

O'KEEFE, P.; WESTGATE K.; WISNER, B. Taking the 'Naturalness' Out of 'Natural' Disasters. nature 260(5552):566-567, 1976.

OLIVEIRA, R. F.; SOUZA, T. A.; MARTINS, P. G. Ecossistemas urbanos e áreas de preservação ambiental: um estudo sobre áreas de várzea em contextos metropolitanos. Estudos de Geografia e Meio Ambiente, 8(1), 23-35, 2016.

SCHORN, F. A.; VIEIRA, R. Análises sobre a ocupação do solo em áreas urbanas de preservação permanentes e suscetíveis à inundação: estudo de caso no Vale do Itajaí, SC. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 15, e20220110, 2023.

SÉGUIN, E.; KLIGERMAN, D. C.; ASSUMPCÃO, R. F. Uma Gestão Sustentável das Águas Urbanas e a Aplicabilidade do Princípio da Precaução - como convive a população urbana e seus rios. Revista de Direitos Difusos, São Paulo, v. 7, n. 39, p. 69-84, 2006.