



DESAFIOS DO PLANEJAMENTO REGIONAL COM ESTRATÉGIAS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA ENFRENTAR ENCHENTES (ST 6 – NATUREZA, CRISE AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS)

Ricardo Henryque Reginato Quevedo Melo
PROPUR - UFRGS | ricardohquevedo@gmail.com

Samila Balbinot
PROPUR - UFRGS | samilabalbinot.arq@gmail.com

Tassiele Francescon
PROPUR - UFRGS | tassi.francescon@gmail.com

Tiago Medina De Carvalho
PROPUR - UFRGS | nbtiago@gmail.com

Rodrigo Henryque Reginato Quevedo Melo
NORIE - UFRGS | rodrigoquevedo@gmail.com

Sessão Temática 06: NATUREZA, CRISE AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Resumo: Historicamente, a cidade de Porto Alegre enfrenta desafios relacionados a enchentes fluviais e pluviais, agravados pela urbanização acelerada e mudanças climáticas. Este estudo explora a aplicação de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como uma abordagem complementar às infraestruturas tradicionais para mitigar os impactos das cheias, com foco no Cais Mauá. Com base em análises históricas, simulações teóricas e estudos de caso internacionais, foram identificados benefícios significativos das soluções baseadas na natureza, como a redução de até 40% do volume de água acumulada e a melhora no tempo de resposta do sistema de drenagem. Além disso, os impactos sociais, econômicos e ambientais demonstram o potencial dessas soluções para promover a resiliência urbana. O artigo destaca a importância do planejamento regional para evitar a transferência de problemas entre municípios e propõe a integração de estratégias de soluções baseadas na natureza no planejamento urbano e regional como uma ferramenta essencial para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Palavras-chave: Soluções Baseadas na Natureza; Engenharia; Enchentes; Requalificação do Espaço Urbano; Planejamento Urbano e Regional.

NATURE-BASED SOLUTIONS AS A RHETORIC OF HISTORICAL FLOODING AND THE RECURRING ABSENT PROBLEM

Abstract: Historically, Porto Alegre faces challenges related to fluvial and pluvial floods, exacerbated by unplanned urbanization and climate change. This study explores the application of Nature-Based Solutions (NbS) as a complementary approach to traditional infrastructures to mitigate flood impacts, focusing on the Mauá Wharf area. Based on historical analyses, theoretical simulations, and international case studies, significant benefits of NbS were identified, such as reducing up to 40% of accumulated water volume and improving the drainage system's response time. Additionally, social, economic, and environmental impacts demonstrate the potential of these solutions to enhance urban resilience. The paper emphasizes the importance of regional planning to prevent problem transfers between municipalities and proposes integrating NbS strategies into urban and regional planning as a critical tool to address the challenges posed by climate change.

Keywords: Nature-Based Solutions; Engineering; Floods; Urban Space Requalification; Urban and Regional Planning.

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA COMO RETÓRICA DE LAS INUNDACIONES HISTÓRICAS Y EL RECURRENTE PROBLEMA AUSENTE

Resumen: Históricamente, Porto Alegre enfrenta desafíos relacionados con inundaciones fluviales y pluviales, agravados por la urbanización desordenada y el cambio climático. Este estudio explora la aplicación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) como un enfoque complementario a las infraestructuras tradicionales para mitigar los impactos de las inundaciones, con un enfoque en el área del Muelle Mauá. Basado en análisis históricos, simulaciones teóricas y estudios de casos internacionales, se identificaron beneficios significativos de las SbN, como la reducción de hasta un 40% del volumen de agua acumulada y la mejora en el tiempo de respuesta del sistema de drenaje. Además, los impactos sociales, económicos y ambientales demuestran el potencial de estas soluciones para promover la resiliencia urbana. El artículo destaca la importancia de la planificación regional para evitar la transferencia de problemas entre municipios y propone la integración de estrategias de SbN en la planificación urbana y regional como una herramienta esencial para enfrentar los desafíos impuestos por el cambio climático.

Palabras clave: Soluciones Basadas en la Naturaleza; Ingeniería; Inundaciones; Revalorización del Espacio Urbano; Planificación Urbana y Regional.

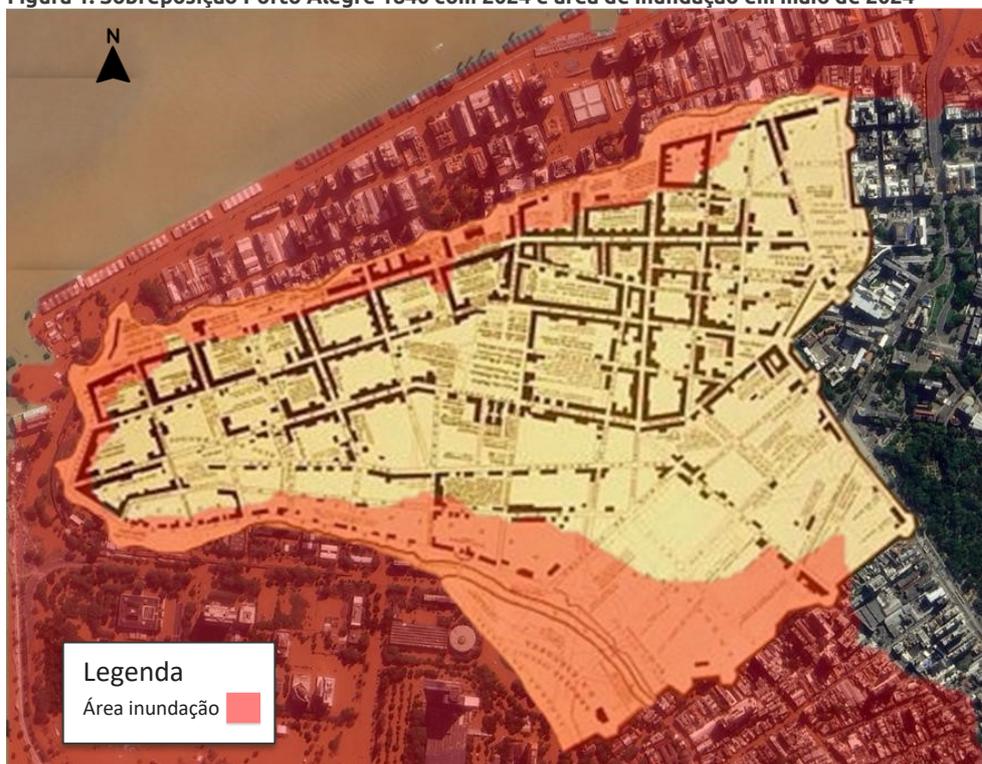
INTRODUÇÃO

Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, possui um histórico de problemas relacionados à exacerbação das águas fluviais e pluviais, ocorridas pelo refluxo das águas do Guaíba através de suas tubulações urbanas. Além disso, as bacias hidrográficas do norte e nordeste do estado desaguam no Guaíba, o que resulta em elevações do nível da água, mesmo em períodos sem chuvas intensas na cidade (Szekir, 2024; Guaíba, 2024). A cota de cheia do Guaíba é de 3 metros medida no cais Mauá, mas durante as enchentes de maio e junho de 2024, o nível do rio atingiu um pico de 5,37 metros, sendo um exemplo extremo desse fenômeno do escoamento das águas, inclusive superando a enchente histórica de 1941 que atingiu a cota de 4,75 metros (Vaz, 2015; Severo, 2024; SGB, 2024).

Esse fenômeno expôs, mais uma vez, as vulnerabilidades da infraestrutura urbana e regional, bem como a ineficiência das soluções de contenção existentes a nível local. Eventos como os observados, demonstram como a ausência de políticas públicas efetivas e a falta de planejamento integrado podem agravar os impactos dos desastres climáticos (Melo et al., 2018). Embora as soluções de engenharia como diques, bombas de drenagem e muros de contenção tenham sido implementadas para mitigar esses eventos, elas falharam em evitar danos severos, evidenciando suas limitações (Fu, 2023; WRI BRASIL, 2024).

A urbanização da cidade, especialmente na área do Cais Mauá, intensificou os problemas relacionados às enchentes. Ao observar os mapas de 1840 (Figura 1) que grande parte da região hoje construída era originalmente uma zona alagadiça e de várzea natural, funcionando como uma importante área de absorção das cheias (Severo, 2024; Guaíba, 2024).

Figura 1: Sobreposição Porto Alegre 1840 com 2024 e área de inundação em maio de 2024



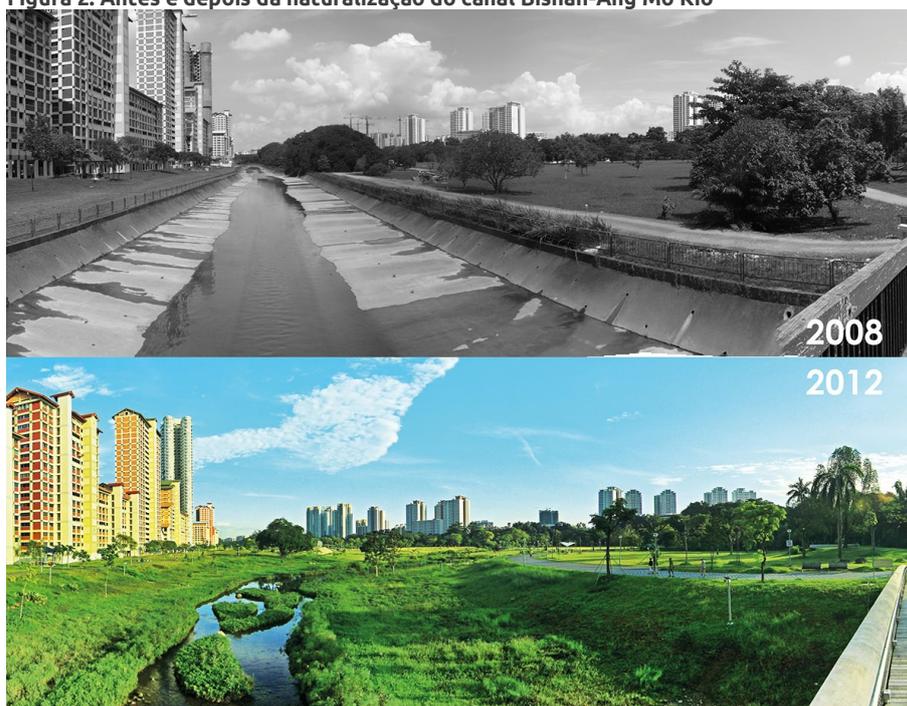
Fonte: Mapa Porto Alegre – Maxar Technologies (2024), Acervo Histórico do Rio Grande do Sul; Edição: Autores

Esse espaço, entretanto, foi progressivamente aterrando para a expansão da cidade, aumentando sua vulnerabilidade. As enchentes de 2024 evidenciaram que existe possibilidade de que as escolhas históricas de urbanização aumentaram a vulnerabilidade da cidade aos eventos climáticos extremos. Desta forma se a área do Cais não tivesse sido aterrada, os danos poderiam ter sido significativamente menores, conforme mostram os dados históricos e os estudos que analisam a evolução das áreas atingidas (Szekir, 2024).

Ao longo do tempo, a resposta às enchentes em Porto Alegre tem sido baseada principalmente em soluções de engenharia, como diques, muros de contenção e bombas de drenagem (Kaam; Gallardo, 2023; Guaíba, 2024). Esses mecanismos, embora tenham prevenido danos imediatos em algumas áreas, acabam transferindo o problema para outras partes da cidade e exigem manutenções constantes para garantir sua eficácia. As bombas de drenagem, por exemplo, falharam em diversos pontos durante as enchentes de 2024, expondo as limitações dessas soluções, especialmente em eventos extremos (Medina, 2024; Szekir, 2024; WRI BRASIL, 2024).

O estudo propõe uma abordagem alternativa, baseada na requalificação da área do Cais Mauá por meio de Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Essas soluções buscam restaurar processos ecológicos e utilizar elementos naturais para mitigar os impactos das mudanças climáticas, como enchentes (Ghisleni, 2021; Kaam; Gallardo, 2023). Cidades como Singapura (Singapura) e Medellín (Colômbia) já implementaram com sucesso soluções, combinando infraestrutura verde com intervenções de engenharia, resultando em maior resiliência urbana (Fu, 2023). Um exemplo bem-sucedido de Soluções baseada na natureza é a naturalização do canal Bishan-Ang Mo Kio (Figura 2) em Singapura, que reduziu os custos de infraestrutura pela metade e trouxe benefícios ambientais e sociais ao aumentar o espaço verde e melhorar o controle de inundações (Ghisleni, 2021).

Figura 2: Antes e depois da naturalização do canal Bishan-Ang Mo Kio



Fonte: Programa cidades sustentáveis, 2024

Além do exemplo de Singapura, outras cidades ao redor do mundo têm demonstrado o impacto positivo das Soluções baseada na natureza em termos sociais e econômicos. Em Medellín, na Colômbia, o projeto "Corredores Verdes" (Figura 3) reduziu as temperaturas urbanas em até 2°C, melhorou a qualidade do ar e trouxe de volta espécies nativas de fauna e flora, aumentando a qualidade de vida dos moradores urbanos e criando espaços verdes de convivência (Ghisleni, 2021).

Figura 3: Antes e depois dos corredores verdes de Medellín, Colômbia.



Fonte: MOVIMENTO BAÍA VIVA, 2023

No Brasil, o projeto de jardins de chuva em Belo Horizonte (Figura 4) foi implementado para melhorar a drenagem urbana e reduzir alagamentos, enquanto promove espaços de interação social e integração com a natureza (WRI BRASIL, 2024).

Figura 4: Informações sobre o Jardim de Chuva no Parque JK, Belo Horizonte



Fonte: Suziane Brugnara, Prefeitura de Belo Horizonte, 2023

Esses exemplos ilustram como as Soluções baseada na natureza podem não só mitigar os impactos ambientais, mas também gerar benefícios sociais, como a criação de áreas de lazer e bem-estar, e econômicos, com a redução dos custos de manutenção urbana a longo prazo. Outro exemplo, mais próximo da realidade de Porto Alegre, é a cidade de Passo Fundo, onde utilizou um misto de Soluções baseada na natureza com técnicas da engenharia para criar o “Parque Banhado da Verqueiro” (Figura 5) unindo um local de preservação com o setor público e criação de uma área de lazer.

Figura 5: A tríade do Parque Banhado da Verqueiro em Passo Fundo: Lazer junto ao poder publico e natureza



Fonte: Secretaria de Meio Ambiente, Passo Fundo, 2023

Integrar essas soluções ao planejamento urbano de Porto Alegre pode proporcionar impactos semelhantes, fortalecendo a resiliência da cidade em diversos aspectos.

O planejamento urbano e regional é essencial para garantir que intervenções em uma área da cidade não agravem os problemas em outras regiões. Soluções puramente baseadas na engenharia, como diques e bombas, muitas vezes deslocam o impacto das cheias para áreas adjacentes, ao invés de resolver o problema de maneira sustentável (Fu, 2023; Kaam; Gallardo, 2023; WRI BRASIL, 2024). As soluções baseadas na natureza, quando combinadas com soluções de engenharia, oferecem uma abordagem mais equilibrada, mitigando os efeitos das mudanças climáticas e promovendo a resiliência em toda a cidade (Ghisleni, 2021).

Fundamentado nesta abordagem, este estudo espera contribuir para o debate sobre a necessidade de integrar soluções de engenharia e soluções baseadas na natureza no planejamento urbano e regional, requalificando áreas vulneráveis e criando cidades mais resilientes e preparadas para os desafios impostos pelas mudanças climáticas.

METODOLOGIA

A metodologia deste estudo utiliza uma abordagem qualitativa exploratória, fundamentada na análise de dados históricos, estudos de caso internacionais e entrevistas com especialistas locais e globais sobre soluções baseadas na natureza (Creswell, 2014).

Sendo estruturada em três etapas principais:

- (i) Análise documental e de dados históricos sobre as enchentes em Porto Alegre;
- (ii) Estudo de casos internacionais que implementaram soluções baseadas na natureza com sucesso;
- (iii) Entrevistas com especialistas na área de planejamento urbano e soluções baseadas na natureza

Essa abordagem permite uma avaliação interdisciplinar e prática da viabilidade das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para mitigar os impactos das enchentes em Porto Alegre (Yin, 2015).

1. ANÁLISE DOCUMENTAL E DE DADOS HISTÓRICOS SOBRE AS ENCHENTES EM PORTO ALEGRE

A primeira etapa consistiu em coletar dados de fontes, como relatórios técnicos, artigos científicos e registros históricos, buscando compreender a evolução das enchentes em Porto Alegre, com foco no evento crítico de 2024. Também foi analisado registros jornalísticos para identificar as áreas originalmente sujeitas a alagamentos e sua transformação pela urbanização. Assim buscando contextualizar o impacto das intervenções humanas, eventuais vulnerabilidades da cidade, permitindo maior compreensão dos riscos e possíveis estratégias de mitigação (IPCC, 2022).

2. ESTUDO DE CASOS INTERNACIONAIS QUE IMPLEMENTARAM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA COM SUCESSO;

Para validar a aplicabilidade das soluções baseada na natureza em Porto Alegre, são analisados estudos de caso de cidades que já implementaram com sucesso tais soluções, para buscar inspirações e proposições viáveis de execução. Assim, foram analisadas cidades no exterior como Singapura e Medellín, as quais têm demonstrado a efetividade de soluções híbridas na promoção de resiliência climática, redução de custos e impactos sociais positivos, enquanto no âmbito local a cidade de Passo Fundo. As cidades de estudo implementaram soluções baseada na natureza combinadas com engenharia tradicional, destacando os impactos ambientais, sociais e econômicos, em busca de insights valiosos para sugerir como adaptar intervenções ao contexto de Porto Alegre (World Bank, 2021; Brasil, 2021).

3. ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS NA ÁREA DE PLANEJAMENTO URBANO E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

São conduzidas entrevistas com especialistas locais e internacionais em Soluções baseada na natureza. Destaca-se a contribuição de uma consultora indiana, que trabalhou na renaturalização de áreas urbanas em Chennai, e de especialistas locais de áreas urbanas. A percepção de especialistas locais reforça a importância de soluções híbridas para mitigar as vulnerabilidades urbanas específicas, como em Porto Alegre (UN-Habitat, 2023; Mani 2024). Buscando avaliar os desafios e as oportunidades de integrar soluções baseada na natureza em ambientes urbanos densos. Bem como a relevância de soluções híbridas no contexto específico de Porto Alegre (Mendonça; Farias; Buffon, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo são apresentados em três seções principais:

- I. A análise histórica e comparativa dos impactos das enchentes em Porto Alegre e em cidades referência;
- II. Contribuições das Entrevistas com Especialistas;
- III. Cenário teórico com soluções baseadas na natureza, aplicada à área do Cais Mauá.

ANÁLISE HISTÓRICA E COMPARATIVA

Iº PORTO ALEGRE E AS TRANSFORMAÇÕES URBANAS

A análise histórica revelou que a urbanização acelerada pode ter sido um dos principais fatores que exacerbaram os impactos das enchentes em Porto Alegre. Mapas antigos de 1840 (Figura 6) mostram que o Cais Mauá, atualmente uma área densamente urbanizada, era originalmente uma zona de várzea natural. Essas áreas de absorção foram progressivamente aterradas, reduzindo a permeabilidade do solo e aumentando o escoamento superficial

durante eventos de chuva intensa (Severo, 2024; Guaíba, 2024; ; Otempo, 2024; Transformars, 2024).

Figura 6: Destaque para Porto Alegre antes de ser aterrada



Fonte: Arquivo Histórico do Rio Grande do Sul

As enchentes de 2024, que atingiram 5,37 metros no Guaíba, demonstraram que as soluções de engenharia existentes, como diques e bombas de drenagem, não foram suficientes para evitar danos severos. Além disso, essas intervenções deslocaram o problema para outras áreas da cidade, evidenciando a necessidade de uma abordagem mais integrada (Szekir, 2024; Guaíba, 2024).

Em setembro e novembro de 2023, Porto Alegre se deparou com outra enchente na qual houve extravasamento da cota de inundação do Guaíba – chegou a 3,30m em 20 de novembro (Trindade, 2024). Embora de menor proporção, na ocasião foram reportados problemas com o sistema de proteção contra as cheias da cidade, estruturas pensadas e executadas pela engenharia, com o registro de água transbordando por bueiros e desativação de casa de bomba, além de problema com sistema de comportas (Backes, 2023). Situações, essas, tanto a inundação fluvial quanto com a pluvial, corroboram, com o que Severo e Guaíba (2024) definem como inundação urbana. Dessa forma é evidente e viável a necessidade de soluções alternativas.

Uma vez que ao comparar o mapa de 1840 com a enchente ocorrida em 2024, conforme apresenta a Figura 7 a porcentagem da cidade que hipoteticamente teria problemas com a inundação seria ínfima perante uma comparação direta da área ocorrida em 2024.

Figura 7: Comparativo da mancha de inundação na Porto Alegre de 1840 e 2024



Fontes: Arquivo Histórico do Rio Grande do Sul, Maxar Technologies; Edições: Autores

A comparação, quando analisada com a sobreposição presente na Figura 1, deixa claro e evidente que os efeitos das mudanças climáticas, aliados ao processo de crescimento urbano e regional sem as devidas compensações preventivas, podem e irão ocasionar situações similares na ocorrência de eventos extremos. Somente com a intervenção de soluções baseadas na natureza em combinação com soluções baseadas na engenharia, pode-se buscar conviver e sobreviver às mudanças climáticas e suas consequências (IPCC, 2022; Fu, 2023; UN Habitat, 2023).

IIº EXEMPLOS INTERNACIONAIS E NACIONAIS

Os estudos de caso analisados fornecem exemplos de como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) podem ser eficazes em uma escala mais local:

- Singapura: A renaturalização do canal Bishan-Ang Mo Kio resultou na redução de 50% dos custos de infraestrutura e na criação de um espaço público de lazer que integra funções ecológicas e urbanas (Beyer; Anderson, 2020).
- Medellín: O projeto “Corredores Verdes” reduziu as temperaturas urbanas em até 2 °C e promoveu o retorno de espécies nativas, melhorando a qualidade de vida e criando um modelo sustentável de infraestrutura verde (Ciclovivo, 2019; Andrade, 2023).
- Passo Fundo: O Parque Banhado da Vergueiro, no Rio Grande do Sul, é um exemplo local de sucesso, unindo preservação ambiental, lazer e controle de inundações em uma abordagem híbrida (Passo Fundo, 2023).

Figura 8: Composição das cidades apresentadas, Singapura, Medellín e Passo Fundo.



Fontes: Singapura, 2023; Andrade, 2023; Secretaria de Meio Ambiente, Passo Fundo, 2023

Esses exemplos (Figura 8) demonstram que a integração de soluções baseadas na natureza e soluções tradicionais de engenharia podem oferecer resultados mais eficazes e sustentáveis no âmbito local, tanto no contexto ambiental quanto social (Zangalli Júnior; Magalhães; Gonçalves, 2023; Da Silveira Barcellos; Ultramari, 2023; Siva et al., 2023).

Apresentando uma proposta de replicação em escala regional para buscar minorar os efeitos da mudança climática e permitir um melhor enfrentamento às situações climatológicas extremas, tais quais ocorridas no Rio Grande do Sul em setembro de 2023 e maio, junho de 2024 (Britto et al., 2023; Rio Grande Do Sul, 2024). Uma vez que de acordo com os três exemplos, as aplicações trabalham e impactam diretamente no âmbito econômico com a redução de custos associados e com foco na saúde social física e psicológica dos usuários da cidade e parques revitalizados.

CONTRIBUIÇÕES DAS ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS

As entrevistas com especialistas em **Soluções Baseadas na Natureza (SbN)** forneceram insights valiosos para a aplicação dessas soluções no contexto de Porto Alegre. Os principais pontos destacados incluem:

A) EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL: CONSULTORA INDIANA

A consultora indiana, Dra. Ankita Sood, com experiência na renaturalização de áreas urbanas em Chennai, destacou os seguintes aprendizados que podem ser adaptados para Porto Alegre:

- **Integração de Soluções baseada na natureza em Ambientes Urbanos Densos:** Chennai enfrentou desafios semelhantes relacionados ao crescimento desordenado e à impermeabilização do solo. A solução implementada envolveu a renaturalização de cursos d'água e a criação de parques lineares, melhorando a retenção hídrica e mitigando enchentes.
- **Participação Comunitária:** A consultora enfatizou a importância do engajamento comunitário na manutenção das Soluções baseada na natureza. Em Chennai, a mobilização de moradores garantiu a sustentabilidade a longo prazo das intervenções.
- **Custos e Benefícios:** Apesar de investimentos iniciais significativos, as intervenções reduziram os custos de manutenção urbana e os danos causados por eventos climáticos extremos.

Esses pontos reforçam a aplicabilidade das Soluções baseada na natureza em Porto Alegre, especialmente na área do Cais Mauá, onde as condições de urbanização e vulnerabilidade apresentam semelhanças.

B) ESPECIALISTAS LOCAIS

Os especialistas locais destacaram o papel das soluções híbridas (Soluções baseada na natureza + engenharia tradicional) no contexto de Porto Alegre. Eles sugeriram:

- **Uso Combinado de Soluções baseada na natureza e Infraestrutura Tradicional:** Soluções como bombas de drenagem podem ser mais eficazes quando combinadas com áreas verdes planejadas para absorção de água (World Bank, 2021).
- **Restauração das Zonas de Várzea:** Foi consenso entre os especialistas que a renaturalização de áreas historicamente alagadiças, como o Cais Mauá, pode mitigar enchentes futuras (Onyango; Opiyo; Nzuve, 2023; Wu et al., 2023).

Por mais que exista uma real noção sobre o planejamento de longo prazo para eventos climáticos extremos, a constante capitalização e urbanização das cidades apresentam entre si um descompasso, assim são necessários debates e apresentações de propostas alternativas para o futuro. A necessidade da adaptação em prol da convivência, levou a Holanda a desenvolver-se ao longo dos anos, enquanto é uma nação em sua grande porcentagem abaixo do nível do mar (Alphen, 2014; Doorn-Hoekveld et al., 2022).

C) 2.3. CONEXÃO COM O PLANEJAMENTO REGIONAL

A consultora Indiana e os especialistas locais também enfatizaram a importância do planejamento regional para evitar que as intervenções em Porto Alegre transfiram os problemas para cidades próximas, como Canoas e Guaíba. Essa visão destaca a necessidade de estratégias coordenadas que considerem as bacias hidrográficas como um sistema integrado e não somente a cidade como um caso individualizado (Junior; Ferrão, 2018; Xavier, 2024).

Analisar os fatores que causaram o acúmulo excessivo de água nas bacias hidrográficas, bem como o que evitou e ou retardou o escoamento dessas águas, são questões macro com impactos diretos nas cidades ribeirinhas.

A replicação do estudo local, pode reduzir os impactos a nível regional, mas é necessário expandir esta abordagem.

CENÁRIO TEÓRICO COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA, APLICADA À ÁREA DO CAIS MAUÁ.

1) CENÁRIO TEÓRICO

Conforme as simulações computacionais realizadas por um dos especialistas locais do Instituto de pesquisas hidráulicas (IPH-UFRGS), no SWMM (Storm Water Management Model), programa de modelagem de gestão de água das tempestades, ao comparar os cenários de infraestrutura tradicional com a integração de soluções baseada na natureza (US EPA, 2014). Foi possível listar os seguintes resultados com impacto direto:

- **Redução do Volume de Água Retida:** O cenário com Soluções baseada na natureza mostrou uma redução de até 40% no volume de água acumulado durante eventos extremos, em comparação com soluções tradicionais isoladas. (Assis; Magalhães Junior; De Azevedo Lopes, 2023; Buffon; Goudard, 2023; Fu, 2023)
- **Tempo de Resposta do Sistema de Drenagem:** O sistema integrado respondeu 25% mais rapidamente, reduzindo os impactos das enchentes em áreas críticas. (Verde e Azul Urbanismo, 2023; Araújo, 2023)
- **Eficácia na Mitigação de Impactos:** A permeabilidade do solo aumentou significativamente, contribuindo para a diminuição do escoamento superficial. (Fini et al., 2017; Prashar et al., 2023)

Portanto, é possível afirmar que a existência de um sistema misto de soluções baseadas na natureza com soluções da engenharia, poderiam ter sim evitado grande parte dos danos ocorridos na inundação de setembro de 2023. Entretanto, devido a magnitude e regionalização das enchentes ocorridas em maio e junho 2024, é necessário a intervenção regionalizada, sendo as proposições a nível locais somente mitigadoras para ganhar tempo (IPCC, 2022; Mendonça; Farias; Buffon, 2023; Steinke; Steinke; Da Franca, 2023).

O tempo é um dos componentes cruciais em situações climatológicas extremas, pois a adição de alguns minutos e ou horas para que as inundações venham a atingir seu pico, a população poderia beneficiar-se deste bônus temporal para evacuar com menos riscos (Otto et al., 2017; Amekudzi-Kennedy et al., 2024).

2) BENEFÍCIOS SOCIAIS E ECONÔMICOS

Além dos benefícios ambientais, as Soluções baseada na natureza também oferecem vantagens sociais e econômicas:

- **Benefícios Sociais:** A criação de espaços verdes contribui para o bem-estar da população, promovendo saúde mental e inclusão social. Exemplos como Medellín e Singapura mostram que essas intervenções são amplamente aceitas e utilizadas pela população. Segundo o diretor nacional de marketing de Singapura:

“Quando as pessoas se sentem mais próximas da natureza e querem preservá-la, isso é design biofílico de sucesso - usando a natureza para energizar as pessoas e permitir que elas se reconectem com a natureza como nossos ancestrais fizeram.” (Josen, 2022)

- **Benefícios Econômicos:** Em Medellín, os “Corredores Verdes” aumentaram o valor imobiliário nas proximidades em 8%, enquanto Singapura reportou uma redução de 50% nos custos de manutenção de infraestrutura verde. Segundo Evers et. al (2022) em artigo na WRI Brasil aponta que obras mistas de soluções baseada na natureza “geram ganhos econômicos ao promover a melhoria da saúde, o turismo e atividades comerciais” e:

“A infraestrutura baseada na natureza pode custar 50% menos do que alternativas de infraestrutura cinza equivalentes, e gerar valor adicional de 28% com benefícios como a redução da poluição, captura de carbono, promoção de espaços para o lazer e estímulo ao turismo.” Evers et. al (2022)

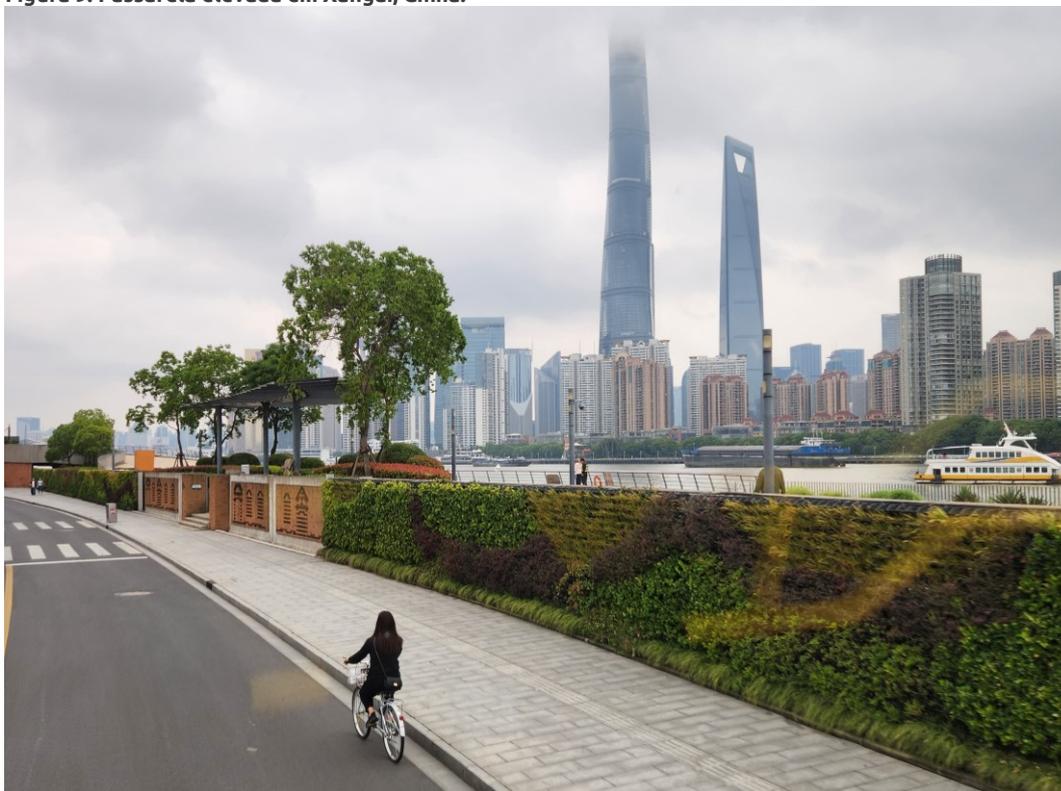
- Benefícios à saúde: Conforme apresentado no cenário de Medellín, a redução das temperaturas máximas nas regiões com a intervenção dos “Corredores Verdes”, apresenta uma significativa redução nos índices de ocorrências médicas relacionadas às altas temperaturas (Amato-Lourenço et al., 2016).

3) ADAPTAÇÃO AO CONTEXTO DE PORTO ALEGRE

A aplicação de Soluções baseada na natureza na área do Cais Mauá pode não apenas mitigar os impactos das enchentes, mas também criar novos espaços públicos e reduzir os custos de manutenção a longo prazo. Além disso, a integração de Soluções baseada na natureza ao planejamento urbano pode aumentar a resiliência da cidade frente às mudanças climáticas.

Portanto, propõe-se a utilização de referências com soluções em localidades com geografias semelhantes. Assim como em Porto Alegre, Xangai, possui um muro construído para a prevenção do acesso da água na cidade. A cidade da China possui uma passarela junto ao muro de contenção, proporcionando assim, outras funcionalidades além da prevenção de emergências climáticas Figura 9.

Figura 9: Passarela elevada em Xangai, China.



Fonte: Melo Q. R. H. R., 2024.

Este exemplo apresentado em Xangai, China, apresenta uma solução que não gera transtornos excessivos e ou necessidades de infraestruturas colossais, somente adaptações ao sistema pré-existente. E proporciona resultados imediatos ao evitar que o rio Huangpu invada a cidade, ao mesmo tempo serve de área de lazer com benefícios sociais e econômicos e permite a utilização de vegetações nativas e elementos estruturantes como paredes verdes.

Outra proposta mais ousada, seria a realização desta passarela elevada, junto com a elevação das vias que tangenciam o Guaíba. Assim, permitindo que o local onde hoje encontram-se as vias (Figura 10 e figura 11) tornem-se misto entre os “Corredores Verdes” de Medellín, com os princípios do jardim de chuva de Belo Horizonte, mas em uma grande escala. Este Rio inundável, teria dupla finalidade, pois durante os períodos não inundados e sem chuva, seriam parques lineares verdes e no momento de sua utilização, seria um elemento para mitigar e retardar os impactos das enchentes pluviais e ou fluviais (US EPA, 2014; Davidovitsch, 2020; Assis; Magalhães Junior; de Azevedo Lopes, 2023; Seleguim, 2024).

Figura 10: Visão do muro do cais Mauá com a inundação de maio de 2024



Fonte: Albrecht, 2024

Figura 11: Visão do muro do cais Mauá totalmente inundada em 05 de maio de 2024



Fonte: Mansur, 2024

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) são alternativas sustentáveis e eficazes para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas em contextos urbanos, especialmente em cidades vulneráveis como Porto Alegre. A análise histórica, os exemplos internacionais e os cenários teóricos propostos destacaram os seguintes pontos principais:

1. Limitações das Soluções Tradicionais de Engenharia:

- Soluções como diques, bombas de drenagem e muros de contenção têm eficácia limitada em eventos climáticos extremos. Para seu funcionamento, também dependem de inspeção e manutenção constantes, que garantam o seu bom funcionamento quando necessário. Porém, equipamentos assim transferem os impactos das enchentes a outras áreas, desprovidas de proteção, agravando a vulnerabilidade de regiões periféricas

2. Vantagens das Soluções baseada na natureza:

- A integração de Soluções baseada na natureza com soluções de engenharia proporciona benefícios ambientais, sociais e econômicos, incluindo maior resiliência, redução de custos de infraestrutura e criação de espaços públicos verdes.
- Exemplos como o canal Bishan-Ang Mo Kio, em Singapura, e os "Corredores Verdes", em Medellín, comprovam a eficácia dessas intervenções.

3. Adaptação Local:

- Porto Alegre pode adotar práticas semelhantes, como a renaturalização da área do Cais Mauá, promovendo um planejamento urbano que integre Soluções baseada na natureza e soluções tradicionais.

2. RECOMENDAÇÕES

Este estudo conclui com base nos resultados as recomendações para uma proposta de soluções baseada na natureza em Porto Alegre:

1. Renaturalização do Cais Mauá:

- Transformar parte da área em zonas de absorção natural, restaurando a permeabilidade do solo e criando espaços públicos multifuncionais que combinem lazer e mitigação de enchentes. Respeitando as diretrizes legais da área ser tombada como patrimônio histórico de Porto Alegre.

2. **Planejamento Urbano Integrado:**

- Incorporar soluções baseada na natureza como parte essencial do planejamento urbano e regional, considerando seus impactos positivos em escala local e regional.

3. **Educação e Participação Comunitária:**

- Engajar a comunidade no processo de implementação das soluções baseada na natureza, promovendo conscientização sobre seus benefícios e incentivando a participação ativa na manutenção dos espaços criados.

4. **Políticas Públicas de Incentivo:**

- Desenvolver políticas que incentivem o uso de soluções baseada na natureza, como subsídios para projetos de infraestrutura verde e incentivos fiscais para proprietários e empresas que adotem essas práticas.

5. **Monitoramento e Avaliação Contínuos:**

- Implementar sistemas de monitoramento para avaliar continuamente a eficácia das soluções baseada na natureza, ajustando as estratégias conforme necessário para maximizar os benefícios.

A adoção de soluções baseada na natureza em Porto Alegre, tem o potencial de ir além de apenas mitigar os impactos das enchentes, mas também transformar a cidade em um modelo de resiliência urbana no Brasil. Essa abordagem integrativa pode servir de referência para outras cidades enfrentarem desafios semelhantes, fortalecendo a integração entre planejamento urbano e regional, bem como as soluções sustentáveis no combate às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, F. **Ideia inicial do Muro da Mauá previa dique até São Leopoldo**. Disponível em: <<https://www.jornaldocomercio.com/colunas/comeco-de-conversa/2024/05/1153314-ideia-inicial-do-muro-da-maua-previa-dique-ate-sao-leopoldo.html>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

ALPHEN, J. S. L. J. V. (PDF) The Delta Programme and updated flood risk management policies in the Netherlands. **Delta Programme Commissioner**, n. Journal of Flood and Risk Management, 17 set. 2014.

AMATO-LOURENÇO, L. F. et al. Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos Avançados**, v. 30, p. 113–130, abr. 2016.

AMEKUDZI-KENNEDY, A. et al. A performance-based approach to developing capabilities for building resilience to climate hazards in transportation systems. **Smart and Resilient Transportation**, v. 6, n. 2, p. 130–149, 11 jun. 2024.

ANDRADE, M. G. DE. **Onda de calor: os “corredores verdes” de Medellín para combater temperaturas extremas**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cjm4lvp7r3mo>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

ARAÚJO, J. S. E S. **Infraestrutura verde para manejo de águas pluviais no licenciamento ambiental de novos parcelamentos do solo urbano no Distrito Federal**. 14 ago. 2023.

ARQUIVO HISTÓRICO DO RIO GRANDE DO SUL. **Arquivo Histórico do Rio Grande do Sul - Dibrarq**. Disponível em: <<https://dibrarq.arquivonacional.gov.br/index.php/arquivo-historico-do-rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ASSIS, W. L.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; DE AZEVEDO LOPES, F. W. Urban Flooding in the City of Belo Horizonte, Southeastern Brazil. Em: MENDONÇA, F.; FARIAS, A.; BUFFON, E. (Eds.). **Urban Flooding in Brazil**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 107–132.

BACKES, F. **Água do Guaíba transborda pelos bueiros e alaga Avenida Praia de Belas e Rua Voluntários da Pátria**. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2023/11/agua-do-guaiba-transborda-pelos-bueiros-e-alaga-avenida-praia-de-belas-e-rua-voluntarios-da-patria-clp8spf0r004v014527bq8ufq.html>>. Acesso em: 07 nov. 2024.

BEYER, L.; ANDERSON, J. **Planejamento integrado de soluções baseadas na natureza: a chave para a resiliência urbana | ArchDaily Brasil**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/944159/planejamento-integrado-de-solucoes-baseadas-na-natureza-a-chave-para-a-resiliencia-urbana>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Adapting to climate change: Strategies for Brazilian agricultural and livestock systems**. Brasília: MAPA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/publicacoes/adapting-to-climate-change-strategies-for-brazilian-agricultural-and-livestock-systems.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BRITTO, M. et al. **Quais os desafios e caminhos para implementar soluções baseadas na natureza em cidades brasileiras? | WRI Brasil**. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/noticias/5-mudancas-para-acelerar-reintegracao-da-natureza-em-cidades-brasileiras>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

BUFFON, E.; GOUDARD, G. Flood Events in the Metropolitan Region of Curitiba, Southern Brazil: An Approach from the Urban Environmental System. Em: MENDONÇA, F.; FARIAS, A.;

BUFFON, E. (Eds.). **Urban Flooding in Brazil**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 297–317.

CICLOVIVO. **Medellín cria 30 corredores verdes para combater aquecimento urbano**.

Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/921486/medellin-cria-30-corredores-verdes-para-combater-aquecimento-urbano>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability | Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Disponível em:

<<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

CRESWELL, J. W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4. ed. **Thousand Oaks: Sage Publications**, 2014.

DA SILVEIRA BARCELLOS, D.; ULTRAMARI, C. Blue-Green Infrastructure in Brazilian Cities: From Consensus to Specific Advances. Em: MENDONÇA, F.; FARIAS, A.; BUFFON, E. (Eds.). **Urban Flooding in Brazil**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 39–62.

DA SILVEIRA BARCELLOS, D.; ULTRAMARI, C. Blue-Green Infrastructure in Brazilian Cities: From Consensus to Specific Advances. Em: MENDONÇA, F.; FARIAS, A.; BUFFON, E. (Eds.). **Urban Flooding in Brazil**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 39–62.

DAVIDOVITSCH, L. **Estado da arte das técnicas de desenvolvimento de baixo impacto aplicadas no controle da drenagem urbana**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2020.

DOORN-HOEKVELD, W. J. VAN et al. Adaptation to Climate Change in Dutch Flood Risk Management: Innovative Approaches and Related Challenges. **Utrecht Law Review**, v. 18, n. 2, 28 nov. 2022.

EVERS, H. et al. **Soluções baseadas na natureza para adaptação em cidades: o que são e por que implementá-las**. 6 fev. 2022.

FINI, A. et al. Nature based solutions to mitigate soil sealing in urban areas: Results from a 4-year study comparing permeable, porous, and impermeable pavements. **Environmental Research**, v. 156, p. 443–454, jul. 2017.

FU, H. A comprehensive review of nature-based solutions: current status and future research. **AIMS Environmental Science**, v. 10, n. 5, p. 677–690, 2023.

GHISLENI, C. **Seis projetos urbanos que aplicam Soluções baseadas na Natureza**.

Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/963511/seis-projetos-urbanos-que-aplicam-solucoes-baseadas-na-natureza>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

GUAÍBA, R. **Entenda os destaques do relatório holandês da enchente que atingiu Porto Alegre. Rádio Guaíba**, 26 ago. 2024. Disponível em:

<<https://guaiba.com.br/2024/08/26/entenda-os-destaques-do-relatorio-holandes-da-enchente-que-atingiu-porto-alegre/>>. Acesso em: 20 nov. 2024

IPCC, 2022: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

JOSON, J. **Como Singapura está criando um ambiente urbano mais verde**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/977113/como-singapura-esta-criando-um-ambiente-urbano-mais-verde>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

JUNIOR, J. H. P.; FERRÃO, A. M. DE A. Aspectos de gestão integrada de bacias hidrográficas. **Cidades. Comunidades e Territórios**, n. 37, 31 dez. 2018.

KAAM, E. N.; GALLARDO, A. L. C. F. Soluções baseadas na Natureza em projetos de revitalização de *brownfields* urbanos: novos paradigmas para problemas urbanos. **Estudos Avançados**, v. 37, p. 303–326, 23 out. 2023.

MANI, S. (PDF) **Urban Contrasts: A Comprehensive Review of Chennai and Coimbatore**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/380339702_Urban_Contrasts_A_Comprehensive_Review_of_Chennai_and_Coimbatore>. Acesso em: 21 nov. 2024.

mapa – prati.com.br., 19 mar. 2019. Disponível em: <<https://prati.com.br/tag/mapa>>. Acesso em: 20 nov. 2024

MEDINA, T. **“O sistema anti-enchente falhou por falta de manutenção”, avaliam especialistas**. **Matinal**, 6 maio 2024. Disponível em: <<https://www.matinaljornalismo.com.br/matinal/reportagem-matinal/falta-manutencao-sistema-causou-inundacao-enchente-porto-alegre/>>. Acesso em: 27 nov. 2024

MELO, E. F. R. Q.; MELO, R. H. R. Q.; MELO, R. H. R. Q. Eventos climatológicos extremos na bacia do rio Inhandava e a gestão urbana. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 14, n. 5, 13 dez. 2018. doi: 10.17271/1980082714520181967.

MENDONÇA, F.; FARIAS, A.; BUFFON, E. (EDS.). **Urban Flooding in Brazil**. Cham: Springer International Publishing, 2023.

MOVIMENTO BAÍA VIVA. **Calor é menor em cidades com boa cobertura vegetal: o exemplo de Medellín**. **Movimento Baía Viva**, 18 nov. 2023. Disponível em:

<<https://baiaviva.org.br/calor-e-menor-em-cidades-com-boa-cobertura-vegetal-o-exemplo-de-medellin/>>. Acesso em: 20 nov. 2024

NASCIMENTO JÚNIOR, L.; DA ROCHA, G. S. Urban Climate and Flooding in Florianópolis, Southern Brazil. Em: MENDONÇA, F.; FARIAS, A.; BUFFON, E. (Eds.). **Urban Flooding in Brazil**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 319–336.

ONYANGO, S. A.; OPIYO, R.; NZUVE, L. **Urban wetlands restoration builds resilience and liveability**. Disponível em: <<https://www.sei.org/perspectives/urban-wetlands-restoration-builds-resilience-and-liveability/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

OTEMPO. **Em quase dois séculos, Porto Alegre aterrou trechos do Guaíba para triplicar o centro histórico**. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/brasil/2024/5/18/em-quase-dois-seculos--porto-alegre-aterrou-trechos-do-guaiba-pa>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

OTTO, I. M. et al. Social vulnerability to climate change: a review of concepts and evidence. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 6, p. 1651–1662, 1 ago. 2017.

PRASHAR, N. et al. Urban Flood Resilience: A comprehensive review of assessment methods, tools, and techniques to manage disaster. **Progress in Disaster Science**, v. 20, p. 100299, 1 dez. 2023.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **PBH investe em Jardins de Chuva como estratégia de prevenção a alagamentos**. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/pbh-investe-em-jardins-de-chuva-como-estrategia-de-prevencao-alagamentos>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

PREFEITURA DE PASSO FUNDO. Parque Banhado da Vergueiro: um modelo de soluções híbridas no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Secretaria de Planejamento Urbano e Meio Ambiente, 2023. Disponível em: <www.passofundo.rs.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2024.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Singapura transforma o Parque Bishan Ang Mo Kio**. Disponível em: <<https://www.cidadessustentaveis.org.br/boaspraticas/detalhes/11>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

RIO GRANDE DO SUL, G. **Boletins sobre o impacto das chuvas no RS**. Disponível em: <<https://www.estado.rs.gov.br/boletins-sobre-o-impacto-das-chuvas-no-rs>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DE PASSO FUNDO. **O Parque**. Disponível em: <<https://www.pmpf.rs.gov.br/secretaria-de-meio-ambiente/o-parque/>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SELEGUIM, F. B. **Soluções Baseadas na Natureza ajudam cidades brasileiras a se adaptarem aos impactos das mudanças climáticas | SciELO em Perspectiva: Humanas.** , 7 maio 2024. Disponível em: <<https://humanas.blog.scielo.org/blog/2024/05/07/solucoes-baseadas-na-natureza-e-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 21 nov. 2024

SEVERO, L. **Cheia do Guaíba atingiu 5,37 metros no Centro de Porto Alegre. Agora RS,** 3 set. 2024. Disponível em: <<https://agorars.com/agora-no-tempo/enchente-de-maio-atingiu-537-metros-em-porto-alegre-aponta-levantamento/>>. Acesso em: 20 nov. 2024

SGB, *Serviço Geológico do Brasil (SGB)*. **Cheia em Porto Alegre (RS): Guaíba registrou 5,37 m na estação do Cais Mauá, em maio deste ano - SGB.** Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/w/cheia-em-porto-alegre-rs-guaiba-registrou-5-37-m-na-estacao-do-cais-maua-em-maio-deste-ano>>. Acesso em: 17 nov. 2024.

SINGAPURA, G. OF. **Bishan-Ang Mo Kio Park.** Disponível em: <<https://beta.nparks.gov.sg/visit/parks/park-detail/bishan-ang-mo-kio-park>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

SIVA, L. A. et al. Impacts of an urban flood control infrastructure on the limnology and ichthyofauna of a basaltic Cuesta stream (southeast Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e276585, 18 dez. 2023.

STEINKE, E. T.; STEINKE, V. A.; DA FRANCA, R. R. Geographic Analysis of Flooding in the Urban Area of the Federal District, Brazil. Em: MENDONÇA, F.; FARIAS, A.; BUFFON, E. (Eds.). **Urban Flooding in Brazil.** Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 275–295.

SZEKIR, T. **Porto Alegre pós-enchente: o que deveria ser feito para evitar novos episódios. Rádio Guaíba,** 20 maio 2024. Disponível em: <<https://guaiba.com.br/2024/05/20/porto-alegre-pos-enchente-o-que-deveria-ser-feito-para-evitar-novos-episodios/>>. Acesso em: 20 nov. 2024

TRANSFORMARS. **O Futuro do Cais Mauá: Entre a Incerteza e a Esperança Transforma RS // Hub Colaborativo. Transforma RS // Hub Colaborativo,** 24 jul. 2024. Disponível em: <<https://transformars.com.br/2024/07/24/o-futuro-do-cais-maua-entre-a-incerteza-e-a-esperanca/>>. Acesso em: 21 nov. 2024

TRINDADE. **Nível do Guaíba chegou a 5,37 metros durante enchente de maio, aponta estimativa do Serviço Geológico do Brasil | Rio Grande do Sul | G1.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/09/03/nivel-do-guaiba-chegou-a-537-metros-durante-enchente-de-maio-aponta-estimativa-do-servico-geologico-do-brasil.ghtml>>. Acesso em: 12 nov. 2024.

UN HABIT. **UN Habitat Assembly Side Event - Resilient cities, greener neighbourhoods, thriving communities: the power of nature-based solutions.** Disponível em: <<https://www.unep.org/events/conference/un-habitat-assembly-side-event-resilient-cities-greener-neighbourhoods-thriving>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

UN HABITAT. **Resilient cities through nature-based solutions: Lessons from Chennai.** Nairobi: UN Habitat, 2023. Disponível em: <<https://www.unep.org/events/conference/un-habitat-assembly-side-event-resilient-cities-greener-neighbourhoods-thriving>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

UN-HABITAT. **Strategy Paper on Nature-based Solutions to Build Climate Resilience in Informal Areas | UN-Habitat.** Disponível em: <<https://unhabitat.org/strategy-paper-on-nature-based-solutions-to-build-climate-resilience-in-informal-areas>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

US EPA, O. **Storm Water Management Model (SWMM).** Data and Tools. Disponível em: <<https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

VAZ, Valéria. Avaliação do Custo do Risco de Inundações Urbanas: Estudo de Caso dos Danos de Inundação em Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - UFRGS. Porto Alegre, 2015.

VERDE E AZUL URBANISMO. **Verde&Azul Urbanismo | Conheça nossos empreendimentos.** Disponível em: <<https://www.verdeazulurbanismo.com.br/solucoes-para-uma-drenagem-urbana-sustentavel/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

WORLD BANK. **Nature-based solutions for climate resilience: A synthesis of evidence and experience.** Washington: The World Bank, 2021. Disponível em: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099201003172340531/pdf/P1768250d0db6f0c80bb5b08c648e4d0f18.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

WRI BRASIL. **Acelerando soluções baseadas na natureza em cidades: Manual para formuladores de políticas públicas e gestores urbanos.** São Paulo: WRI Brasil, 2024. Disponível em: https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/2024-08/WRI_Brasil-Acelerando_SBN_em_Cidades.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

WU, Y. et al. **Wetland-based solutions against extreme flood and severe drought: Efficiency evaluation of risk mitigation - ScienceDirect.** Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096323000311>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

XAVIER, D. **Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas (GIBH)**. Disponível em: <<https://123ecos.com.br/docs/gestao-integrada-de-bacias-hidrograficas-gibh/>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

YIN, R. K. Case Study Research: Design and Methods. 5. ed. **Thousand Oaks: Sage Publications**, 2015.

ZANGALLI JÚNIOR, P. C.; MAGALHÃES, D. S.; GONÇALVES, N. M. S. Rainfall Impacts and (Re)Production of Urban Space in the City of Salvador, Northeastern Brazil: An Update. Em: MENDONÇA, F.; FARIAS, A.; BUFFON, E. (Eds.). **Urban Flooding in Brazil**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 133–149.