



Planejamento urbano e infraestrutura verde para o enfrentamento às enchentes: o caso de Porto Alegre, gerando questões para o futuro da cidade

Urban planning and green infrastructure to cope with floods: the case of Porto Alegre, generating questions for the future of the city

ISSN: 2319-0639

OPEN ACCESS

Clarice Vepo do Nascimento Welter ¹

<https://orcid.org/0000-0001-9684-5785>

Gabriela Dubou ¹

<https://orcid.org/0000-0003-0813-521X>

Andréa Oliveira da Silveira ¹

<https://orcid.org/0009-0005-0887-8795>

Roberto Schoproni Bichueti ¹

<https://orcid.org/0000-0002-7548-720X>

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Received on:

September/2024

Approved on:

November/2024

Editor:

Mateus Panizzon, Dr.
PPGA UCS

Assistant Editors:

Catiane Borsatto Ma.
PPGA UCS

Bianca Libardi Ma.
PPGA UCS

Evaluation Process:

Double blind peer review

Reviewers:

Reviewer 1

Reviewer 2



Este artigo não possui nenhum arquivo associado
This article does not have any associated files.

HIGHLIGHTS

- O caso discute as enchentes em Porto Alegre como reflexo das mudanças climáticas e da falta de manutenção da infraestrutura urbana, evidenciando a urgência de soluções baseadas na natureza e estratégias de planejamento urbano inteligente para aumentar a resiliência da cidade.
- O estudo propõe o uso de infraestrutura verde como alternativa sustentável e eficaz para mitigar enchentes urbanas, promovendo maior absorção da água e reduzindo danos à população.
- A proposta pedagógica incentiva alunos a atuarem como gestores públicos, promovendo o pensamento crítico e a formulação de planos de ação com base em conceitos como cidades inteligentes, mudanças climáticas e participação comunitária na gestão urbana.
- A análise do caso mostra como políticas públicas ineficientes, ausência de planos de emergência e negligência na manutenção contribuíram para a tragédia climática de 2024, com impactos severos em infraestrutura, vidas humanas e organização urbana de Porto Alegre.
- O conceito de "cidade esponja", aplicado no caso, é apresentado como estratégia promissora ao combinar soluções de infraestrutura verde com participação social, apontando caminhos para tornar áreas urbanas mais sustentáveis, habitáveis e preparadas para eventos climáticos extremos.

HOW TO CITE:

Welter, C. V. do N., Dubou, G., Silveira, A. O. da, & Bichueti, R. S. (2024). **Urban planning and green infrastructure to cope with floods: The case of Porto Alegre, generating questions for the future of the city.** *Brazilian Journal of Management and Innovation (Revista Brasileira de Gestão e Inovação)*, 11(Special Issue 4), 11-18. <https://doi.org/10.18226/23190639.v11n4.02>



KEYWORDS

Smart cities
Smart Urban Planning
Green Infrastructure

ABSTRACT

Objective: To present the dilemma of recurrent floods in Porto Alegre (RS), emphasizing the city's vulnerability to extreme climate events, exacerbated by global climate change, and the urgent need to revise and reinforce urban planning and risk management strategies to prevent future disasters.

Design/Method/Approach: Teaching case based on recent flood events in Porto Alegre, designed for use in undergraduate and graduate courses. The case enables exploration of smart cities, smart urban planning, and green infrastructure through classroom discussion and group analysis.

Originality/Relevance: By focusing on a real and current problem, the case highlights the urgency of integrating nature-based solutions and intelligent planning strategies into urban management, reinforcing the educational relevance of sustainability and resilience in public policymaking.

Main Results/Findings: The case demonstrates that the lack of proper urban planning and infrastructure maintenance significantly contributed to the disaster. It reinforces the importance of implementing green infrastructure and intelligent planning to increase cities' resilience to climate extremes.

Theoretical/Methodological Contributions/Implications: The case offers a pedagogical framework that supports the discussion of smart urban planning, green infrastructure, and climate change adaptation strategies. It also encourages critical thinking and multidisciplinary approaches to urban resilience.

Social/Managerial Contributions: This teaching case promotes reflection on the role of community participation in public management and highlights the need for collaboration among government, civil society, and academia to strengthen urban responses to environmental challenges.

PALAVRAS - CHAVE

Cidades inteligentes
Planejamento Urbano Inteligente
Infraestrutura verde

RESUMO

Objetivo: Apresentar o dilema das enchentes recorrentes em Porto Alegre (RS), destacando a vulnerabilidade da cidade a eventos climáticos extremos, exacerbados pelas mudanças climáticas globais, e a necessidade urgente de revisar e reforçar as estratégias de planejamento urbano e gestão de riscos para evitar futuros desastres.

Design/Método/Abordagem: Caso para ensino baseado em eventos recentes de enchentes em Porto Alegre, desenvolvido para uso em cursos de graduação e pós-graduação. O caso permite a exploração dos temas cidades inteligentes, planejamento urbano inteligente e infraestrutura verde por meio de discussões em grupo e análises em sala de aula.

Originalidade/Relevância: Ao focar em um problema real e atual, o caso evidencia a urgência de integrar soluções baseadas na natureza e estratégias de planejamento inteligente na gestão urbana, reforçando a relevância educativa da sustentabilidade e da resiliência nas políticas públicas.

Principais Resultados/Descobertas: O caso demonstra que a ausência de planejamento urbano adequado e a falta de manutenção das infraestruturas contribuíram significativamente para o desastre. Reforça a importância da implementação de infraestrutura verde e do planejamento inteligente para aumentar a resiliência das cidades frente a eventos climáticos extremos.

Contribuições/Implicações Teóricas/Metodológicas: O caso oferece um framework pedagógico que apoia a discussão sobre planejamento urbano inteligente, infraestrutura verde e estratégias de adaptação às mudanças climáticas, incentivando o pensamento crítico e abordagens multidisciplinares para a resiliência urbana.

Contribuições Sociais/Gerenciais: Este caso para ensino promove a reflexão sobre o papel da participação comunitária na gestão pública e destaca a necessidade de colaboração entre governo, sociedade civil e academia para fortalecer as respostas urbanas aos desafios ambientais.

1. Introdução

O mundo sofre, em ritmo cada vez mais acelerado, com as mudanças climáticas. Com o passar dos anos ouvimos falar sobre a importância de cuidarmos do meio ambiente, pois no contrário, a falta de cuidado, acarretaria grandes desastres naturais. De fato, frequentemente presenciamos consideráveis mutações no meio em que vivemos resultando em desastres que alertam pela necessidade de cuidado e atenção na forma em que planejamos, gerenciamos e usufruímos das cidades.

A sustentabilidade urbana está diretamente relacionada com o desenvolvimento sustentável, que foi definido pela primeira vez em 1987 por Gro Harlem Brundtland, ex-primeira-ministra da Noruega, como a forma de suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades (Barbieri, 2020).

Nesse cenário, não há dúvidas de que o processo de urbanização faz parte do futuro. De acordo com Giddings et al. (2005), a principal questão que se impõe consiste em saber: “que tipo de futuro é possível se visualizar para as cidades?” Esse caso de ensino busca apresentar soluções para o que já está construído, solucionando problemas urbanos através de adaptações do que já está posto.

Como gerenciar o impacto das mudanças climáticas para as cidades? Como transformar a cidade construída sem o devido planejamento urbano sustentável de forma a torná-la sustentável? Como planejar e preparar a cidade para os tempos de crise resultantes das mudanças climáticas em meio a assentamentos precários e vulnerabilidade socioambiental?

À medida que as mudanças climáticas aumentam a gravidade e a frequência da precipitação, o risco de inundações (por meio de inundações fluviais e escoamento de águas pluviais) aumenta em áreas urbanas onde a infraestrutura de drenagem é antiga (Mohtat & Khirfan, 2022). No Brasil, por dois anos seguidos o Rio Grande do Sul, estado localizado no Sul do país, sofreu com enchentes que devastaram cidades inteiras, resultando em mortes e destruição. Cidades que não foram planejadas de forma sustentável, somadas às mudanças climáticas, tiveram resultados desastrosos. Na seção a seguir, encontra-se a contextualização da situação problema e do desafio imposto à cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, diante das intempéries ocasionadas pelas intensas chuvas em 2024.

2. Descrição do Caso

Nos ambientes urbanos, as inundações, geralmente causadas por chuvas intensas acima da média, são os impactos mais comuns ocasionados por eventos climáticos. Problemas de inundações não são novidade em Porto Alegre, uma vez que a cidade apresenta relatos de inundações desde a histórica enchente de 1941, em que o Lago Guaíba alcançou um nível máximo de 4,76 m, inundando diversas regiões da cidade e desabrigando 70 mil pessoas, o que representava um quarto da população na época. Por conta disso, a cidade construiu o Muro da Mauá, estrutura de contenção que fazia parte do Sistema de Proteção Contra Cheias que passou a ser desenvolvido, comportando também diques, comportas e casas de bombas (Gaúcha ZH, 2021).

No entanto, em maio de 2024, a região metropolitana de Porto Alegre, no sul do Brasil, foi novamente afetada por intensas enchentes, provocadas por chuvas torrenciais que superaram todas as expectativas, ultrapassando a enchente de 1941. As precipitações, concentradas em um único período, levaram ao transbordamento de rios e córregos, resultando em inundações extensivas que afetaram várias áreas urbanas e até rurais.

A principal causa das enchentes foi a ocorrência de chuvas extremamente intensas, que superaram a média histórica para o mês de maio. Esse fenômeno climático extremo foi atribuído, em parte, às mudanças climáticas globais, que têm aumentado a frequência e intensidade de eventos climáticos severos. Diante disso, as mudanças ocasionadas pelo aquecimento global, somadas às características hidrológicas do Rio Grande do Sul, contribuíram para as situações extremas vivenciadas, além do exposto, especialistas alertam para a falta de manutenção nas estruturas de controle das águas (Monitchele, 2024).

O grande volume de água resultante das chuvas levou ao transbordamento do Lago Guaíba, além de córregos menores que cruzam a região metropolitana de Porto Alegre. As áreas mais afetadas foram aquelas situadas próximas às margens desse lago. As enchentes causaram danos significativos à infraestrutura local, onde ruas e avenidas foram alagadas, pontes e estradas foram destruídas ou ficaram intransitáveis. Além disso, muitas residências e estabelecimentos comerciais sofreram com a invasão das águas. Em alguns bairros, a interrupção no fornecimento de energia elétrica e água potável aumentou ainda mais a gravidade da situação.

Como consequência, milhares de pessoas foram forçadas a deixar suas casas devido ao avanço das águas e abrigos temporários foram montados para acomodar os desabrigados. As autoridades locais, estaduais e nacional, juntamente com organização de socorro e voluntários, mobilizaram-se rapidamente para fornecer ajuda emergencial. Equipamentos de resgate, como botes e helicópteros, foram utilizados para resgatar pessoas presas em áreas alagadas. Também, a distribuição de alimentos, água e medicamentos foi organizada para apoiar os afetados.

Com 2,3 milhões de brasileiros afetados, 540 mil desalojados, 80 mil desabrigados, e centenas de mortos e desaparecidos em 417 municípios, o Rio Grande do Sul enfrenta grandes desafios para se recuperar e planejar seu futuro. A capital do estado, Porto Alegre, uma das áreas mais atingidas, exigirá esforços significativos para sua reconstrução e desenvolvimento (Confea, 2024).

Diante do exposto, as enchentes trouxeram à tona a necessidade urgente de revisar e reforçar as estratégias de planejamento urbano e gestão de riscos na região. A capacidade de drenagem das áreas urbanas e o manejo de águas pluviais são pontos críticos que precisam de investimento e melhorias para evitar futuros desastres em Porto Alegre, pois segundo o diagnóstico temático sobre drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, esses sistemas são fundamentais para prevenir inundações e proteger áreas vulneráveis na cidade (Snis, 2023). Além disso, a proteção das margens do Guaíba também se faz necessária (Gzh, 2024).

3. Notas de Ensino

A seguir são apresentadas sugestões de uso do caso em sala de aula ao professor e possuem o objetivo de facilitar a aprendizagem dos alunos. Os aspectos pedagógicos do caso estão estruturados em três subseções: objetivos de aprendizagem; questões para discussão, análise do caso, sugestão de plano de aula e fontes de dados. É desejável que os alunos detenham conhecimentos prévios sobre os conceitos de cidades inteligentes, planejamento urbano inteligente e mudanças climáticas; infraestrutura verde, apresentados nas seções anteriores.

O caso foi elaborado para aplicação principalmente com alunos de graduação do curso de Administração (e cursos correlatos), bem como em cursos de pós-graduação nas áreas de Smart cities, planejamento e infraestrutura urbana. Desta forma, apresenta como objetivo estimular a reflexão e pensamento crítico dos alunos de maneira a fomentar possíveis soluções para a situação apresentada.

3.1 Objetivos educacionais

O caso foi desenhado para servir como ferramenta de ensino em estudos sobre cidades inteligentes sustentáveis, incluindo questões sobre o Planejamento Urbano inteligentes e Infraestrutura Verde.

Os seguintes objetivos educacionais são contemplados pelo caso:

- Proporcionar o entendimento do processo de gestão pública no planejamento urbano inteligente;
- Analisar estratégias para o processo de planejamento urbano inteligente, reconstrução e adaptação das cidades frente às enchentes;
- Proporcionar o entendimento de como a sociedade pode participar da gestão pública das cidades;

3.2 Fontes de dados

Este caso de ensino foi elaborado a partir de dados secundários, publicações sobre o tema em diversos periódicos; sites de notícias relacionados ao desastre ambiental que ainda repercute na vida de muitos

gaúchos, bem como revisões de políticas; análise espacial combinada com atividades de mapeamento participativo para identificar áreas expostas ao escoamento de águas pluviais.

3.3 Questões para discussão

Abaixo, estão listadas algumas possíveis questões a serem colocadas em debate do caso em sala de aula:

- Quais foram os principais fatores que contribuíram para as enchentes em Porto Alegre em maio de 2024?
- Quais estratégias de planejamento urbano inteligente poderiam mitigar os impactos das enchentes?
- O que os gestores podem fazer para proteger as cidades dos eventos climáticos extremos (enchentes), previstos para aumentar em número e intensidade com o aquecimento global?
- Quais adaptações devem ser feitas nas cidades com o intuito de preparar-se melhor para eventos semelhantes?
- Como o conceito de cidades esponjas e infraestrutura verde poderia ser aplicado para prevenir futuras enchentes em Porto Alegre?
- Quais são as melhores práticas para envolver a comunidade na gestão de desastres?
- Se você estivesse na situação do gestor da cidade de Porto Alegre, qual seria sua estratégia para solucionar os pontos críticos evidenciados no caso?

3.4 Revisão da literatura e análise

A revisão da literatura e análise compreende a revisão conceitual sucinta dos termos empregados no caso e está estruturada em três subseções: Planejamento Urbano e Mudanças Climáticas, Infraestrutura Verde Contra Enchentes e Enchentes no Sul do Brasil: O Caso de Porto Alegre.

3.4.1 Planejamento Urbano Inteligente e Mudanças Climáticas

Os efeitos das alterações climáticas têm se intensificado e se tornado mais frequentes, impactando as funções fundamentais das cidades, tornando a construção de resiliência um desafio significativo para os gestores urbanos, especialmente devido às barreiras à integração de diversos subsistemas de infraestruturas em diferentes níveis de governança (Magalhães et al., 2022). À medida que os efeitos das alterações climáticas se tornam mais evidentes, as cidades enfrentam desafios crescentes, como inundações, ondas de calor, elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos (Costa, 2023).

Para enfrentar esses desafios, o planejamento urbano precisa integrar estratégias de resiliência e adaptação às mudanças climáticas. Algumas dessas estratégias adotadas pelas cidades, de acordo com o estudo realizado por Costa (2023), incluem planejamento de transporte resiliente, educação e conscientização comunitária, infraestrutura verde, conservação e gestão sustentável da água, construções sustentáveis e eficientes, eficiência energética e energias renováveis, gestão de resíduos, agricultura urbana e alimentação sustentável. Ainda, o papel da tecnologia e inovação não pode ser subestimado (Godoy & Benini, 2024).

De acordo com Townsend (2014), sistemas inteligentes de gestão urbana, que utilizam big data e inteligência artificial para monitorar e gerenciar recursos urbanos em tempo real, são cada vez mais importantes para aumentar a resiliência das cidades. Assim, o planejamento urbano, quando alinhado às necessidades de adaptação e mitigação das mudanças climáticas, pode transformar cidades em ambientes mais resilientes, sustentáveis e habitáveis (Sotto et al., 2019; Espíndola & Ribeiro, 2020).

Planejamento urbano inteligente pode ser visto como uma possível resposta de como a inteligência artificial e especialmente a engenharia do conhecimento podem ajudar não só aos administradores locais para planejar a cidade, mas também os cidadãos leigos para dar a sua opinião sobre o futuro de sua cidade (Laurine, 2017). Segundo Macke et al. (2018), o planejamento urbano inteligente deve priorizar produtos e soluções tecnológicas que melhorem a qualidade de vida da população, devendo integrar diversas técnicas de conhecimento, como fóruns de políticas comunitárias, intervenções de pesquisadores e a formulação e

implementação de políticas. Isso implica que cidadãos, formuladores de políticas e pesquisadores devem participar colaborativamente nos processos de tomada de decisão.

Nesse contexto, o Planejamento Urbano Inteligente deve ser visto como uma possível resposta às necessidades do desenvolvimento de cidades mais inteligentes para ajudar os administradores locais a planejarem a cidade, bem como, auxiliar os cidadãos para dar a suas opiniões e prioridades acerca do futuro de sua cidade (Guedez et al., 2020).

Diante o exposto, o planejamento urbano inteligente representa uma evolução significativa na forma como as cidades são desenvolvidas e geridas. Ao integrar tecnologia, dados e práticas sustentáveis, ele oferece uma abordagem abrangente para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos, criando cidades mais habitáveis, resilientes e sustentáveis para as gerações futuras.

3.4.2 Infraestrutura Verde Contra Enchentes

Inundações urbanas são um desafio global crescente, exacerbado por chuvas intensas e padrões de escoamento mais acentuados em áreas urbanizadas. Em resposta, muitas cidades estão revisando suas estratégias de gerenciamento de risco de inundações, adotando soluções de Infraestrutura Verde, visando soluções não apenas para mitigar os efeitos das enchentes, mas também promover a sustentabilidade e a resiliência urbana (Green et al., 2021). A Infraestrutura Verde vem ganhando destaque na última década enquanto frente de pesquisa interdisciplinar, capaz de agregar questões ambientais, econômicas e sociais no desenvolvimento de projetos urbanos mais sustentáveis (Santos & Enokibara, 2021).

Segundo Benedict e McMahon (2002), considerados os precursores do termo, a abordagem da Infraestrutura Verde (IV) é definida como uma rede de espaços abertos, florestas, habitats silvestres, reservas, parques e outras áreas naturais que mantém o ar e a água limpos, os recursos naturais e qualidade de vida, podendo ser aplicada tanto no planejamento da paisagem urbana voltado para proteção de espaços naturais existentes, como para sua ampliação e interconexão em rede, formando a "estrutura ecológica necessária para a sustentabilidade ambiental, social e econômica".

Pellegrino e Moura (2017) também estão entre as principais referências no assunto, autores do livro "Estratégias para uma Infraestrutura Verde" no qual reúnem diferentes estratégias de IV voltadas para as cidades brasileiras (Vasconcellos & Miyamoto, 2023). Pellegrino e Moura (2017) definem IV como uma infraestrutura resiliente a eventos extremos baseada nos processos da natureza, que utiliza as forças naturais em nosso benefício e aproveita as próprias forças de regeneração da natureza, sendo, também, considerada como sistemas.

A Infraestrutura Verde é uma estratégia emergente e eficaz para diminuir o escoamento e os picos de inundação, o que é propício ao planejamento espacial e ao alcance de metas ambientais e de sustentabilidade (Li et al., 2021). Além disso, conforme os autores, um número crescente de estudos confirma que a capacidade de armazenamento de escoamento da Infraestrutura Verde é o fator-chave para aliviar inundações urbanas, pois esta pode ser usada para adaptar serviços de regulação de água em paisagens urbanas que atualmente são inadequadamente atendidas pelos sistemas de drenagem existentes.

Neste sentido, a China, que viveu intenso processo de urbanização nos últimos anos, passou a ser um dos países a abraçar com mais força novas formas de garantir a drenagem da água. Em Taizhou e Jinhua, por exemplo, muros de concreto que canalizavam rios foram demolidos e substituídos por parques (G1, 2024).

No Brasil, a cidade de Jaraguá do Sul, município localizado no estado de Santa Catarina, inspirado em conceitos urbanísticos de Nova York nos Estados Unidos e na Holanda, construiu o Parque Linear Via Verde, que inunda de propósito em dias de muita chuva. O mecanismo evita que ruas e casas sejam atingidas pela cheia do rio Itapocu, que corta o município, uma solução inovadora para a gestão de enchentes urbanas. Tornando-se uma área de lazer, mas principalmente uma zona de amortecimento para as águas em períodos de chuva intensa, promovendo qualidade de vida e segurança à população (G1, 2024).

Diante o exposto, a infraestrutura verde pode ser compreendida como uma rede de espaços verdes multifuncionais interconectados que conserva

a estrutura e os processos ecológicos da paisagem e promove a saúde humana e ambiental, necessários à habitabilidade das gerações presentes e futuras (Benedict & McMahon, 2006; Pellegrino & Moura, 2017; Vasconcellos & Miyamoto, 2023), trazendo benefícios ao meio ambiente e às pessoas, pois promove a conservação e manutenção dos serviços ecossistêmicos e dos processos ecológicos que sustentam a vida (Vasconcellos & Miyamoto, 2023).

3.4.3 Análise do Caso

Questão 01 - “Os principais fatores que contribuíram para a crise hídrica enfrentada por Porto Alegre em maio de 2024 condizem com as mudanças climáticas ocasionadas pelo crescimento urbano e aquecimento global, somadas às características hidrológicas do Rio Grande do Sul, com muitos rios e córregos que a tornam vulnerável a enchentes (Monitchele, 2024). Outro ponto que contribuiu para as enchentes foi a falta de manutenção nas estruturas de controle das águas. Além disso, a inércia dos governantes da região metropolitana agravou a situação, pois o Estado falhou em não realizar as manutenções preventivas e até mesmo atualizações nos sistemas de diques, para verificar se estavam defasados ou não, conforme apontado pelo Eng. Carlos Eduardo Aguiar em entrevista ao Confea (2024).”

Questão 02 - “Para mitigar os impactos das enchentes, as estratégias de planejamento urbano inteligente devem ser abrangentes e integradas, utilizando tecnologia, infraestrutura verde, práticas de gestão eficazes e participação comunitária.”

Em Porto Alegre, essas estratégias podem incluir várias abordagens específicas. Uma delas é a manutenção periódica do sistema de proteção contra cheias, que compreende muros, diques e bombas. Embora esses sistemas não sejam utilizados com frequência, é essencial garantir a operacionalidade e funcionalidade de todos os elementos por meio de uma manutenção constante. Além disso, o investimento em infraestrutura verde se apresenta como uma alternativa. Isso inclui o reflorestamento das margens dos rios para aumentar a capacidade de absorção da água e reduzir o escoamento superficial, bem como o aumento do número de áreas verdes na cidade, como parques lineares, jardins de chuva, canteiros pluviais, águas pluviais, pisos permeáveis e tetos verdes. Essas práticas, conhecidas como infraestrutura verde, são preferíveis à infraestrutura cinza (concreto, cimento e asfalto) e são designadas como soluções baseadas na natureza (SbN) (Jones, 2024).”

Outra estratégia fundamental é a implementação de Sistemas de Alerta Hidrológico – SAHs. Sistemas de alerta precoce eficientes permitem monitorar e notificar com antecedência os moradores e as autoridades sobre possíveis inundações iminentes, possibilitando ações de articulação e ajuda à população de maneira tempestiva (Patrus, 2020).

A adoção dessas estratégias de planejamento urbano inteligente pode mitigar significativamente os impactos das enchentes em Porto Alegre. A combinação de manutenção periódica dos sistemas de proteção contra cheias, investimentos em infraestrutura verde e a implementação de sistemas de monitoramento e alerta contribui para uma gestão mais eficaz e sustentável das águas pluviais, promovendo a resiliência da cidade e a segurança de seus habitantes.”

Questão 03 - “Investir em políticas públicas, planos de educação ambiental para a população e em um plano de evacuação considerando as características da cidade, retirando a população que mora nas áreas de inundações. A gestão das cidades deve ser orientada, realmente, para o bem-estar da população e não para a ganância e imediatismo dos interesses corporativos, imobiliários e políticos.”

Questão 04 - “Diante da necessidade de se adaptar a esse cenário, as cidades têm a oportunidade de realizar uma transição de infraestrutura ao adotar as melhores práticas de manejo da água da chuva (BMPs) como soluções sustentáveis, resilientes e paisagísticas (Moura & Pellegrino, 2016). Diante disso, para mitigar futuros eventos semelhantes, é essencial uma abordagem integrada que inclua melhorias na infraestrutura de drenagem, manutenção regular das estruturas de controle das águas, planejamento urbano inteligente, proteção das margens dos corpos d’água e conservação da cobertura vegetal. Implementar soluções de cidades inteligentes e

infraestrutura verde pode aumentar a resiliência da cidade contra desastres naturais (Godoy & Benini, 2024).

Conforme o Eng. André Silveira em entrevista ao Confea (2024), além das medidas estruturais, é importante implementar medidas não estruturais, como a educação ambiental, pois segundo ele, muitas pessoas ainda não compreendem a gravidade da crise climática, acreditando erroneamente que seus efeitos são uma preocupação futura, quando na verdade já estão ocorrendo. É preciso ter um PAE (Plano de Ação Emergencial) similar ao exigido para barragens, para as bacias com alto risco de inundações, cadeias de comando, rotas de fuga, protocolos de resgate, organização do voluntariado, definir claramente a função das Forças Armadas e Policiais, definição de pontos de encontro seguros, bem como onde colocar abrigos. Essas adaptações são necessárias para que se evitem eventos semelhantes, principalmente em cidades com as mesmas características de Porto Alegre”.

Questão 05 - “O conceito de “cidades esponjas” e a implementação de infraestrutura verde oferecem soluções promissoras para prevenir futuras enchentes como as de Porto Alegre. As cidades esponjas fazem uso de técnicas de design urbano que permitem que as áreas urbanas absorvam, armazenem e reutilizem a água da chuva de maneira eficiente. Neste sentido, Porto Alegre pode fazer uso deste conceito ao criar parques e áreas verdes que funcionam como zonas de absorção das águas da chuva, fazendo uso do solo e vegetação para aumentar a infiltração de água. Também por meio de substituição de pavimentos tradicionais por materiais permeáveis em calçadas, estacionamentos e ruas (Santos, 2021).

Por sua vez, a cidade pode fazer o uso de Infraestrutura Verde, por meio da restauração dos ecossistemas naturais mediante o reflorestamento de margens de rios e córregos. Ainda como alternativa tem-se os Jardins de chuva que são espaços ajardinados instalados nas ruas com o propósito de absorver parte da água das chuvas, reduzindo o volume que escoam por elas. Esses jardins constituem-se como elementos da paisagem urbana e beneficiam a saúde humana por tornar locais mais agradáveis e melhorar o conforto térmico local. (Barros et al., 2024; Prefeitura de Belo Horizonte, 2023). Ainda com relação às soluções baseadas na natureza tem-se parque linear, canteiro pluvial, lagoa pluvial, piso permeável ou drenante e teto verde.

Diante o exposto, o conceito de cidades esponjas e a infraestrutura verde representam abordagens inovadoras e eficazes para enfrentar os desafios das enchentes em Porto Alegre. Ao adotar essas estratégias, a cidade pode não apenas prevenir desastres futuros, mas também criar um ambiente urbano mais sustentável e habitável para todos os seus habitantes.”

Questão 06 - “A comunidade precisa estar envolvida na gestão de desastres. Signorelli et al (2016) considera que as “adaptações às mudanças climáticas, a redução da vulnerabilidade das populações e a mitigação de seus impactos, por sua vez, não serão alcançadas apenas com disseminação de informações científicas.” Observa que a discussão da relação dos desastres com o clima não é o tema central, mas que urge formar uma sociedade resiliente e menos vulnerável.

Diante disso, é necessário envolver a comunidade no desenvolvimento de planos de emergência adaptados às necessidades e características locais (Godoy; Benini, 2024). Uma das melhores práticas consiste na proposição de ações de educação e sensibilização, priorizando os mais jovens, sem prejuízo da participação dos adultos. Implementar programas de educação contínua sobre riscos de desastres, mudanças climáticas e medidas de segurança. Isso pode incluir simulações de desastres e exercícios de treinamento para preparar a comunidade para responder adequadamente em emergências, assim como workshops, treinamentos, seminários e campanhas de conscientização.”

Questão 07 - “A partir da principal lacuna levantada no caso, condizente com a deficiência de Porto Alegre em relação a estruturas para tentar evitar o desastre, aconselha-se o desenvolvimento de uma abordagem multifacetada e integrada para solucionar os pontos críticos relacionados à capacidade de drenagem das áreas urbanas e ao manejo de águas pluviais, integrando infraestrutura verde, tecnologias inovadoras e participação comunitária. Partindo primeiramente de uma avaliação detalhada dos sistemas de drenagem existentes a cidade pode traçar planos para manter ou modernizar a infraestrutura e pensar em qual estratégia se adequa melhor às características da cidade. Dessa forma Porto Alegre pode

umentar a resiliência frente aos desafios climáticos e melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes.”

3.5 Sugestão de plano de aula

Para o desenvolvimento e aplicação do presente caso para ensino é recomendado utilizar uma aula de 180 minutos (3 horas). Assim, a seguir apresenta-se a estrutura sugerida para o plano de aula.

A análise do caso está estruturada em quatro etapas: (i) leitura e análise do caso; (ii) divisão da turma em grupos para a discussão do caso; (iii) discussão em plenária mediada pelo professor; (iv) Aplicação prática do caso mediante elaboração de um plano de ação e (v) fechamento do caso. Espera-se que os alunos participantes se coloquem no lugar dos gestores públicos e que busquem pensar sobre alternativas para a situação-problema.

1. Inserção ao tema (25 minutos): sintetizar os principais conceitos e características que serão apresentados no decorrer do caso de ensino, necessários para o bom desenvolvimento da atividade. De maneira a contemplar um olhar estratégico as consequências das mudanças climáticas, o planejamento urbano inteligente e infraestruturas verdes como solução.

2. Leitura do texto pelos alunos: Poderá ou não ser realizada nas dependências da sala de aula. O caso poderá ser disponibilizado pelo professor antecipadamente aos alunos para que estes realizem a leitura prévia. Ainda, o professor poderá disponibilizar o caso em sala de aula e estabelecer um tempo para a leitura. Duração sugerida: 25 minutos.

3. Levantamento e discussão da situação-problema: A segunda etapa consiste em dividir a turma em pequenos grupos, de no máximo quatro alunos, e fazer com que os integrantes debatam entre si o caso. O grupo ainda deverá construir uma análise conjunta para uma discussão em sessão plena. Duração sugerida: 30 minutos.

4. Exposição e discussão das propostas levantadas. Posteriormente é feita a mediação da discussão pelo professor. Durante esse estágio, o professor deverá guiar a construção do conhecimento por meio de questionamentos, de modo a estimular os alunos a trocar ideias. Duração sugerida: 30 minutos.

5. Aplicação prática do caso: Após será feita uma aplicação prática do caso. O professor irá propor o esboço de um plano de ação para melhorar a resiliência de Porto Alegre contra futuras enchentes, devendo incluir estratégias de infraestrutura verde, tecnologias inteligentes e políticas

públicas. Os alunos poderão prototipar as soluções para melhor exemplificar a solução, com o auxílio de legos, massinhas de modelar etc. Após será feita a apresentação e discussão dos planos de ação elaborados. Duração sugerida: 45 minutos.

6. Fechamento do caso: Nesse momento, o professor pode retomar as principais análises realizadas em sala de aula, bem como relacionar os conceitos apresentados na exposição teórica e trabalhados no caso. Duração sugerida: 15 minutos.

4. Considerações Finais

O caso de ensino “Planejamento Urbano e Infraestrutura Verde para o enfrentamento às enchentes: O Caso De Porto Alegre, gerando Questões Para O Futuro Da Cidade” apresentou os dilemas vivenciados por Porto Alegre e a necessidade de reformulação de suas atuais estratégias para se adaptar às consequências das mudanças climáticas.

A partir do exposto, evidenciou-se que Porto Alegre foi deficitária com relação a estruturas para evitar o desastre que ocorreu em maio do presente ano. Nesse sentido, para mitigar futuros eventos, é essencial uma abordagem integrada que inclua melhorias na infraestrutura de drenagem, manutenção regular das estruturas de controle das águas, planejamento urbano sustentável, proteção das margens dos corpos d’água e conservação da cobertura vegetal, além da implementação de soluções referente às cidades inteligentes e infraestrutura verde possibilitando o aumento da resiliência da cidade contra desastres naturais.

Para tanto, é de suma importância a inclusão dessas medidas preventivas no plano diretor da cidade, evidenciando a importância não só da responsabilidade do poder público, mas também da comunidade ao participar da elaboração desse plano de forma a expor as mazelas que muitas vezes não estão expostas aos olhos de todos. Tal mudança estrutural requer a transferência de poder e controle de tecnocratas e especialistas para as comunidades impactadas, pois isso permitirá que as vozes marginalizadas sejam articuladas e acreditadas (Ziervogel et al., 2022). Esta é a única forma de identificar e enfrentar, de frente, os motores hermenêuticos e testemunhais da injustiça epistêmica (Castán Broto et al., 2022). Por fim, é de responsabilidade dos governantes colocar em prática o que foi estabelecido no papel, promovendo o desenvolvimento urbano sustentável e produzindo a resiliência urbana frente às mudanças climáticas.

References

1. Barbieri, J. C. (2020). “Desenvolvimento sustentável: das origens à Agenda 2030”. Editora Vozes.
2. Barros, E. N., Cabral, J. J. D. S. P., Palechor, E. U. L., Tavares, P. R. L., Menezes, L. A. A., & Junior, M. A. B. S. (2024). Jardins de chuva para mitigação dos alagamentos urbanos: análise de um projeto piloto. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 17(2), 1396-1411.
3. Belo Horizonte. (2023). PBH investe na implantação de jardins de chuva para prevenir inundações e alagamentos. Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte, Brasil. Recuperado de <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/informes-tecnicos/pbh-investe-na-implantacao-de-jardins-de-chuva-para-prevenir-inundacoes-e-alagamentos>
4. Broto, V. C., Ortiz, C., Lipietz, B., Osuteye, E., Johnson, C., Kombe, W., ... & Levy, C. (2022). Co-production outcomes for urban equality: Learning from different trajectories of citizens' involvement in urban change. *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, 100179.
5. Conselho de Engenharia e Agronomia [CONFEA]. (2024). Para ajudar a compreender a tragédia do Rio Grande do Sul. Recuperado de <https://www.confea.org.br/index.php/para-ajudar-compreender-tragedia-do-rio-grande-do-sul>
6. Costa, C. R. R. (2023). “Mudanças climáticas e resiliência urbana: Estratégias sustentáveis em cidades brasileiras” (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
7. Giddings, B., Hopwood, B., Mellor, M., & O'Brien, G. (2005). *Back to the City: A Route to Urban Sustainability*. Future Forms and Design for Sustainable Cities.
8. Green, D., et al. (2021). Green infrastructure: The future of urban flood risk management? *WIREs Water*, 8(6). <https://doi.org/10.1002/wat2.1560>
9. Espíndola, I. B., & Ribeiro, W. C. (2020). Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. *Cadernos Metrôpole*, 22(48), 365–396. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4802>
10. G1. (2024). Parque que alaga de propósito para evitar estragos das enchentes é criado em SC; entenda. Recuperado de <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2024/05/25/parque-que-alaga-de-proposito-para-evitar-estragos-das-enchentes-e-criado-em-sc-entenda.ghtml>

11. GZH. (2024). Convergência: especialistas concordam que, como rio ou lago, o Guaíba precisa de mais proteção. GZH. <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2024/05/convergencia-especialistas-concordam-que-como-rio-ou-lago-o-guaiba-precisa-de-mais-protecao-clwqzfg7j00d80146514koen7.html#:~:text=Not%C3%ADcia->
12. Li, C., et al. (2021). Evaluating the runoff storage supply-demand structure of green infrastructure for urban flood management. *Journal of Cleaner Production*, 280(2), 124420. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124420>
13. Monitchele, M. (2024). De 1941 a 2024: por que as enchentes são desafio constante no RS. (n.d.). VEJA. <https://veja.abril.com.br/ciencia/de-1941-a-2024-porque-as-enchentes-sao-desafio-constante-no-rs>
14. Jones, F. (n.d.). Como as cidades-esponja podem ajudar a prevenir enchentes. *Revistapesquisa.fapesp.br*. Retrieved July 6, 2024, from <https://revistapesquisa.fapesp.br/como-as-cidades-esponja-podem-ajudar-a-prevenir-enchentes-nas-cidades/#:~:text=Al%C3%A9m%20de%20reduzir%20a%20velocidade>
15. Santos, N. G. H. F. D. (2021). Utilização de pavimentos permeáveis para dar resposta à redução do escoamento superficial em áreas urbanas-caso de estudo (Doctoral dissertation).
16. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. (2023). "Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas". Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília.
17. Sotto, D., Ribeiro, D. G., Abiko, A. K., Sampaio, C. A. C., Navas, C. A., Marins, K. R. de C., Sobral, M. do C. M., Philippi, A., & Buckeridge, M. S. (2019). Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. *Estudos Avançados*, 33, 61–80. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3397.004>
18. Smart cities: big data, civic hackers, and the quest for a new utopia. (2014). *Choice Reviews Online*, 51(06), 51–355751–3557. <https://doi.org/10.5860/choice.51-3557>
19. Vasconcellos, A., & Miyamoto, J. (2023). Infraestrutura verde. *Thésis*, 8(16). <https://doi.org/10.51924/revthesis.2023.v8.393>
20. Ziervogel, G., Enqvist, J., Metelerkamp, L., & van Breda, J. (2021). Supporting transformative climate adaptation: community-level capacity building and knowledge co-creation in South Africa. *Climate Policy*, 22(5), 1–16. <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1863180>
21. Bhattacharya, T. R., Bhattacharya, A., McLellan, B., Tezuka, T. (2020). "Sustainable smart city development framework for developing countries," *Urban Research & Practice*, Taylor & Francis Journals, vol. 13(2), pages 180-212.
22. Carrillo, F. J. (2006). *Knowledge cities: approaches, experiences and perspectives*. [S.l.]: Routledge.
23. Carrillo, F.J., Yigitcanlar, Tan. Garcia, Blanca. Lonngvistl, Antti. (2014). *Knowledge and the city: Concepts, applications and trends of knowledge-based urban development*. Routledge.
24. Carrillo, F.J. (2014). What 'Knowledge-based' stands for? A position paper. *International Journal of Knowledge-Based Development*, 5(4), 402-421.
25. Carrillo, F.J. (2015). Knowledge-based development as a new economic culture. *J. open innov.* 1, 15. <https://doi.org/10.1186/s40852-015-0017-5>
26. CNN Brasil. (2023) Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/rio-grande-do-sul-tem-terceiro-ano-de-seca-e-isso-nao-e-normal-diz-professor/>>
27. Fachinelli, A. C., Carrillo, F. J. & D'Arísbo, A. (2014). Capital system, creative economy and knowledge city transformation: insights from Bento Gonçalves, Brazil. *Expert Systems with Applications*.41(12), 5614-5624.
28. IBGE (2010). Censo 2010. Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>
29. Yigitcanlar, T., Velibeyoglu, K. and Martinez-Fernandez, C. (2008), "Rising knowledge cities: the role of urban knowledge precincts", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 12 No. 5, pp. 8-20. <https://doi.org/10.1108/13673270810902902>
30. Marchetti, D. Oliveira, R. Figueira, A. R. (2019). Are global north smart city models capable to assess Latin American cities? A model and indicators for a new context. *Cities*, Vol. 92, 2019, pages 197-207. ISSN 0264-2751. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.04.001>.
31. OPEN DEFINITION. (2015) The Open Definition. [Online] . Disponível em: <<http://opendefinition.org/>>
32. Yigitcanlar, T. (2009), "Planning for knowledge-based urban development: global perspectives", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 13 No. 5, pages 228-242. <https://doi.org/10.1108/13673270910988079>
33. W3C, O. W. G. (2012). *W3C Recommendation*. Cambridge, MA, EUA

EDITORIAL DETAILS AND AUTHOR CONTRIBUTIONS

Detalhes Editoriais e Contribuições Autorais

Financial support:

Not informed by the authors.

Open Science:

Welter, C. V. do N., Dubou, G., Silveira, A. O. da, & Bichueti, R. S. (2024). **Urban planning and green infrastructure to cope with floods: The case of Porto Alegre, generating questions for the future of the city.** *Brazilian Journal of Management and Innovation (Revista Brasileira de Gestão e Inovação)*, 11(Special Issue 4), 1–18. <https://doi.org/10.18226/23190639.v11n4.02>



RBGI

Interest conflicts:

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Copyright:

RBGI owns the copyright of the published content.

Plagiarism Analysis:

RBGI performs plagiarism analysis on all its articles at the time of submission and after approval of the manuscript using the iThenticate tool.

Author 1

Clarice Vepo do Nascimento Welter
 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
<https://orcid.org/0000-0001-9684-5785>
clarice_vepo@hotmail.com

Author 2

Gabriela Dubou
 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
<https://orcid.org/0000-0003-0813-521X>
gabrieladubou@gmail.com

Author 3

Andréa Oliveira da Silveira
 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
<https://orcid.org/0009-0005-0887-8795>
profandreasilveira@gmail.com

Author 4

Roberto Schoproni Bichueti
 Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
<https://orcid.org/0000-0002-7548-720X>
roberto.bichueti@ufsm.br

Authors' statement of individual contributions (Not informed by the authors.)

Roles	Contributions			
	Author 1	Author 2	Author 3	Author 4
Conceptualization				
Data curation				
Formal analysis				
Funding acquisition				
Investigation				
Methodology				
Project administration				
Resources				
Software				
Supervision				
Validation				
Visualization				
Writing – original draft				
Writing – review & editing				