



Paisagem urbana e gestão tecnológica em Porto Alegre: falhas, desafios e perspectivas após a enchente de 2024

Felipe Gustavo Silva

Doutorando em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Federal Fluminense, Brasil
felipegustavosilva@outlook.com
ORCID iD 0000-0001-6470-1760

Luciana Nemer

Professora, Doutora em Engenharia da Produção
Universidade Federal Fluminense, Brasil
luciananemerдинiz@gmail.com
ORCID iD 0000-0003-0106-3292

Felix Carriello

Professor, Doutor em Geografia
Universidade Federal Fluminense, Brasil
felixcarriello@id.uff.br
ORCID iD 0000-0001-6436-1671

Submissão / Submission: 26/09/2025

Aceite / Acceptance: 23/02/2026

SILVA, Felipe Gustavo; NEMER, Luciana; CARRIELLO, Felix. Paisagem urbana e gestão tecnológica em Porto Alegre: Falhas, desafios e perspectivas após a enchente de 2024. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta**

Paulista, [S. l.], v. 22, n. 1, p. e2525, 2026. DOI: [10.17271/1980082722120266399](https://doi.org/10.17271/1980082722120266399). Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/6399.

Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) License: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Paisagem urbana e gestão tecnológica em Porto Alegre: falhas, desafios e perspectivas após a enchente de 2024

RESUMO

Objetivo - Analisar a vulnerabilidade de Porto Alegre frente às enchentes, articulando a evolução urbana, o funcionamento e as limitações do sistema de proteção, bem como as possibilidades em termos de gestão tecnológica.

Metodologia - Pesquisa qualitativa baseada em revisão bibliográfica e levantamento cartográfico de dados vetoriais e matriciais. O geoprocessamento foi utilizado para conversão de formatos, padronização de projeções e análise espacial das áreas afetadas e zonas de risco, além de estudo de caso como complementação.

Originalidade/relevância - O estudo aborda a lacuna existente na integração entre gestão da paisagem e estratégias de resiliência urbana diante de eventos climáticos extremos, relacionando memória histórica, infraestrutura de contenção e novas tecnologias de dados geoespaciais.

Resultados - Identificação das fragilidades estruturais e de gestão do sistema de contenção; mapeamento das áreas atingidas; caracterização dos prejuízos sociais, econômicos e ambientais; e discussão de referências internacionais, como o projeto Helsinki 3D+, para aprimoramento da gestão e preservação.

Contribuições teóricas/metodológicas - Avanço na compreensão das interações entre urbanismo, gestão de risco e da paisagem; aplicação integrada de análise histórica e tecnologias para subsidiar políticas públicas.

Contribuições sociais e ambientais - Proposição de estratégias para reduzir a vulnerabilidade urbana, incentivando políticas preventivas, uso de dados abertos e integração entre meio ambiente e desenvolvimento urbano sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Enchentes. Paisagem urbana. Mudanças climáticas. Tecnologias de gestão urbana. Porto Alegre.

Urban Landscape and Technological Management in Porto Alegre: Failures, Challenges, and Perspectives after the 2024 Flood

2

ABSTRACT

Objective - To analyze the vulnerability of Porto Alegre to floods, linking urban development, the functioning and limitations of the protection system, as well as opportunities technological management.

Methodology - Qualitative research based on literature review and cartographic survey of vector and raster data. The geoprocessing was used for format conversion, projection standardization, and spatial analysis of affected areas and risk zones, complemented by a case study.

Originality/Relevance - The study is concerned with the gap in integrating landscape management and urban resilience strategies in the face of extreme climate events, connecting historical memory, containment infrastructure, and new geospatial data technologies.

Results - Identification of structural and management weaknesses in the containment system; mapping of affected areas; characterization of social, economic, and environmental damages; and discussion of international references, such as the Helsinki 3D+ project, to enhance management and preservation.

Theoretical/Methodological Contributions - Advancement in understanding the interactions between urban planning, risk management, and landscape; integrated application of historical analysis and technologies to support public policies.

Social and Environmental Contributions - Proposal of strategies to reduce urban vulnerability, encouraging preventive policies, use of open data, and integration between the environment and sustainable urban development.

KEYWORDS: Floods. Urban landscape. Climate change. Urban management technologies. Porto Alegre.

Paisaje Urbano y Gestión Tecnológica en Porto Alegre: Fallas, Desafíos y Perspectivas tras la Inundación de 2024

RESUMEN

Objetivo - Analizar la vulnerabilidad de Porto Alegre frente a las inundaciones, articulando el desarrollo urbano, el funcionamiento y las limitaciones del sistema de protección, así como las oportunidades en términos de gestión tecnológica.

Metodología - Investigación cualitativa basada en revisión bibliográfica y levantamiento cartográfico de datos vectoriales y raster. Se utilizó geoprocetamiento para conversión de formatos, estandarización de proyecciones y análisis espacial de las áreas afectadas y zonas de riesgo, complementado con un estudio de caso.

Originalidad/Relevancia - El estudio aborda la brecha existente en la integración entre la gestión del paisaje y las estrategias de resiliencia urbana frente a eventos climáticos extremos, vinculando la memoria histórica, la infraestructura de contención y las nuevas tecnologías de datos geoespaciales.

Resultados - Identificación de las debilidades estructurales y de gestión del sistema de contención; mapeo de las áreas afectadas; caracterización de los daños sociales, económicos y ambientales; y discusión de referencias internacionales, como el proyecto Helsinki 3D+, para mejorar la gestión y preservación.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas - Avances en la comprensión de las interacciones entre urbanismo, gestión de riesgos y paisaje; aplicación integrada de análisis histórico y tecnologías para respaldar políticas públicas.

Contribuciones Sociales y Ambientales - Propuesta de estrategias para reducir la vulnerabilidad urbana, fomentando políticas preventivas, uso de datos abiertos e integración entre medio ambiente y desarrollo urbano sostenible y sustentable.

PALABRAS CLAVE: Inundaciones. Paisaje urbano. Cambio climático. Tecnologías de gestión urbana. Porto Alegre.

1 INTRODUÇÃO

Porto Alegre enfrenta um desafio crescente com as enchentes, resultado da combinação entre fatores naturais e a intensa urbanização ao longo do século XX. A relação histórica da cidade com o Lago Guaíba, aliado ao sistema hidrográfico do Delta do Jacuí, sempre demandou adaptações e respostas para eventos climáticos extremos. Desde os primeiros aterros e obras de modernização, a cidade buscou aproximar-se e, proteger-se de seu principal corpo hídrico, num processo que produziu impactos ambientais, sociais e simbólicos que transformaram a paisagem urbana e a forma como a população se relaciona com a água.

No entanto, as chuvas de 2024 expuseram fragilidades da infraestrutura urbana, com impactos severos para a população, serviços públicos, setores econômicos e imóveis históricos. O modelo de gestão baseado em estruturas físicas de contenção e em políticas fragmentadas, foi incapaz de responder com agilidade diante de eventos extremos. O colapso parcial do sistema de diques, bombas e comportas, somado à ausência de ferramentas integradas de monitoramento e previsão, expôs a vulnerabilidade de uma metrópole que se desenvolveu à margem de um corpo hídrico que desde o século XIX já expôs sua imponência, com inundações severas (Heinzelmann, 2024). As chuvas intensas de maio de 2024 provocaram a maior enchente da história da cidade, com o Guaíba atingindo 5,50 metros. O evento alagou bairros inteiros, comprometendo a mobilidade urbana e a conservação do patrimônio histórico.

Ao mesmo tempo, a tragédia evidenciou o potencial da mobilização científica e colaborativa, como demonstrado pela atuação emergencial de grupos de pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que utilizaram modelos hidrológicos improvisados para apoiar órgãos de defesa civil. Esse esforço reforça a urgência de consolidar sistemas públicos permanentes de modelagem hidrológica e hidrodinâmica, integrados a plataformas abertas de dados espaciais e de apoio à decisão (PMPA, 2024).

Experiências internacionais oferecem exemplos importantes, como é o caso do projeto Helsinki 3D+, na Finlândia, que exemplifica como a integração entre tecnologia, governança pública e transparência pode ampliar a resiliência urbana (Xu et al., 2021). O contraste com Helsinque explicita o quanto Porto Alegre ainda depende de soluções emergenciais e de plataformas privadas sujeitas a custos, ou ainda improvisadas por falta de um planejamento institucional.

Este trabalho parte, portanto, da análise da enchente de 2024 como marco histórico para discutir os limites e desafios da gestão hídrica em Porto Alegre. É necessário compreender como a memória urbana, as soluções estruturais e o acesso à informação se entrelaçam na produção da vulnerabilidade, e de que forma novas ferramentas tecnológicas de gestão urbana, associadas a políticas públicas de longo prazo, podem contribuir para redefinir a relação entre cidade e rio frente às mudanças climáticas.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste artigo é analisar a vulnerabilidade de Porto Alegre frente às enchentes, articulando a evolução urbana, o funcionamento e as limitações do sistema de proteção, bem como as possibilidades em termos de gestão tecnológica para futuros eventos

climáticos extremos. Como objetivos específicos, busca-se: levantar e contextualizar historicamente a relação da cidade com o Guaíba e os principais eventos de inundação, destacando seus efeitos sobre a configuração urbana e a memória coletiva; avaliar a eficácia e as fragilidades do sistema de contenção de cheias, considerando sua concepção, manutenção e seletividade espacial; discutir estratégias de gestão tecnológica e de resiliência urbana, com ênfase no uso de ferramentas de modelagem, plataformas públicas de dados e políticas de longo prazo para enfrentamento de eventos extremos.

3 METODOLOGIA/ MÉTODO DE ANÁLISE

A pesquisa adota metodologia qualitativa, baseada em revisão bibliográfica e levantamento cartográfico de dados vetoriais (curvas de nível, manchas de inundação, localização de sítios históricos, base cartográfica do estado) e matriciais (Modelos Digitais de Elevação – MDE) para análise altimétrica. Também se realiza estudo de geoprocessamento através de ferramentas para conversão de formatos (KML para *Shapefile*), padronização de projeções (WGS 84 para SIRGAS 2000) e análise espacial das áreas afetadas e das zonas de risco. Além disso, conta com estudo de caso para verificar possibilidades em termos de gestão urbana por meio de ferramentas tecnológicas.

4 PORTO ALEGRE E A VUNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O GUAÍBA COMO INDICADOR DA FRAGILIDADE DA INFRAESTRUTURA DA CIDADE ÀS ENCHENTES

O Guaíba, formado pela confluência dos rios Caí, Sinos, Gravataí e Jacuí, que integram o delta do Jacuí, sempre exerceu papel fundamental no desenvolvimento de Porto Alegre, atuando como via estratégica de transporte e integração regional. Desde o século XVIII, os colonizadores reconheceram o valor de sua localização, às margens desse corpo d'água que garante acesso à Lagoa dos Patos e, posteriormente, ao Oceano Atlântico (Fernandes, 1975). A ocupação formal da área teve início em 1740, quando Jerônimo de Ornellas recebeu a concessão de uma sesmaria, marco inicial da exploração do território. O efetivo processo de urbanização ocorreu em 1752 com a chegada dos casais açorianos, que se estabeleceram no Largo da Quitanda, espaço posteriormente denominado Praça da Alfândega (Perez, 2019).

Figura 1 – Localização do Guaíba e atual complexo portuário na região metropolitana de Porto Alegre



Fonte: Valente, 2020.

Durante o século XIX, a posição estratégica no sul do Brasil consolidou Porto Alegre como ponto de entrada para imigrantes europeus, especialmente alemães e italianos, cuja mão de obra qualificada contribuiu para o crescimento econômico. A instalação da alfândega em 1803 fortaleceu o papel da cidade como centro comercial e fiscalizador na região. Sua localização privilegiada permitiu a conexão entre o interior e o litoral, favorecendo o transporte fluvial e o comércio (Perez, 2019). Além disso, tornou-se passagem obrigatória entre Rio Grande e Rio Pardo, dois polos de relevância na época, consolidando-se como entreposto comercial e ponto estratégico de defesa.

A transição de uma cidade de feição colonial para um centro terciário intensificou-se entre o final do século XIX e o início do século XX. O processo de industrialização impulsionou a instalação de fábricas e unidades produtivas nas áreas próximas ao rio e à zona portuária, especialmente nos bairros Floresta e Navegantes, transformando essas regiões em polos industriais relevantes (Andrade *et al.*, 2019). Apesar da forte ligação com o transporte fluvial, até esse período, a infraestrutura portuária era limitada a simples trapiches de madeira, restringindo o crescimento comercial (Alves, 2005).

Entre 1892 e 1895, durante a gestão do intendente Alfredo Augusto de Azevedo, o engenheiro Guilherme Ahrons, então Diretor das Obras Municipais, elaborou o primeiro projeto de cais para Porto Alegre. A proposta visava, sobretudo, ao saneamento do litoral, com a coleta e o escoamento de esgoto, buscando combater a insalubridade e promover a saúde pública. Paralelamente, o governo estadual desenvolveu o projeto “Porto Alegre Porto de Mar”, que previa o aprofundamento dos canais de navegação do Guaíba e da Lagoa dos Patos para permitir a navegação de longo curso. A construção de um porto moderno alterou significativamente a relação da cidade com o Guaíba, transformando as margens e simbolizando o ideal das elites de projetar uma imagem de cidade progressista. Essas intervenções remodelaram especialmente a margem norte do centro histórico, reforçando seu papel como núcleo econômico e logístico.

No fim do século XIX e início do XX, os higienistas possuíam fortes discursos para o melhoramento das cidades no Brasil, com foco em prevenir as epidemias (Costa; Diniz, 2021). As melhorias urbanas em Porto Alegre tiveram início após sucessivos surtos de cólera ocorridos até 1860, quando foi criada a Companhia Hidráulica Porto-Alegrense, com o objetivo de aprimorar o fornecimento de água. Embora a cidade estivesse próxima a fontes hídricas, todo o descarte de resíduos era feito diretamente no Guaíba e em seus afluentes. A companhia iniciou a distribuição de água proveniente de nascentes localizadas na serra até a área urbana. A preocupação com o entorno urbano se intensificou e, em 1912, foi instituída a Comissão de Melhoramentos e Embelezamento (Abreu Filho, 2006).

O governo estadual promoveu, nesse período, intervenções de saneamento e embelezamento urbano, alinhadas aos princípios do urbanismo higienista, como a reformulação da Praça da Alfândega (Alves, 2005). Na década de 1920, foram estabelecidas as primeiras regulamentações para controle da altura das edificações, o que incentivou a verticalização, especialmente nas áreas centrais. O crescimento urbano até a década de 1930 foi impulsionado por obras estratégicas, como a abertura da Avenida do Porto (futura Avenida Mauá) e da Avenida Júlio de Castilhos, além da execução da Avenida Borges de Medeiros.

A margem norte da cidade, onde se localizava o porto, concentrava intenso movimento de comércio, transporte e serviços. A ocupação densa, associada à carência de infraestrutura adequada, como sistemas de esgoto e coleta de resíduos, gerava um ambiente insalubre propício à proliferação de doenças (Alves, 2005). A insalubridade portuária era percebida como um problema crônico que comprometia tanto a saúde da população quanto a imagem da cidade. Nesse contexto, os aterros cumpriram dupla função: ampliar a área disponível para o porto e a cidade, além de sanear as margens do Guaíba.

A construção do porto de Porto Alegre ocorreu no início do século XX, como parte do processo de modernização da cidade e do estado do Rio Grande do Sul. O empreendimento simbolizava também o projeto de desenvolvimento defendido pelo Partido Republicano Rio-Grandense (PRR), então no governo. Segundo Kühn e Scott (2023), o porto fluvial tornou-se ponto de ligação estratégico entre o porto de Rio Grande, a capital e o interior do território.

Localizada no Delta do Rio Jacuí, a região portuária é formada por diversos canais, ou braços do rio, que desembocam uns nos outros. Esse tipo de foz é característico de rios de planície, em razão da baixa declividade e da reduzida capacidade de descarga de água, o que favorece o acúmulo de sedimentos. Conforme Menegat (2008/2009), o Delta do Jacuí forma um arquipélago peculiar, resultante da confluência dos rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí, composto por 18 ilhas recortadas por 15 canais sinuosos. Entre elas, a Ilha das Flores é a maior e a Ilha Grande dos Marinheiros é a mais extensa. O Parque Estadual do Delta do Jacuí e a Área de Proteção do Delta do Jacuí englobam o arquipélago e áreas alagadiças das planícies fluviais, garantindo sua preservação ambiental.

O Lago Guaíba, cujo nome tem origem na língua guarani e significa “encontro das águas” ou “de enseadas”, possui grande relevância ambiental para as cidades de seu entorno. O lago forma um reservatório de água doce com cerca de 1 km³, sendo praticamente a única fonte de abastecimento de Porto Alegre. Além disso, exerce função essencial no recebimento de rejeitos líquidos urbanos (Menegat, 2008/2009).

A supressão de áreas alagadas e a criação de espaços urbanizados visavam combater a insalubridade e aprimorar as condições sanitárias na região central de Porto Alegre (Alves, 2005). O urbanismo higienista do início do século XX defendia o controle e a transformação da natureza para atender às necessidades da vida urbana moderna.

Apesar dessas intervenções, a relação da cidade com o Guaíba permaneceu marcada por vulnerabilidades. As cheias recorrentes, registradas em 1873, 1889, 1897, 1905, 1912, 1914, 1916, 1928 e 1936, evidenciam a exposição da região às variações hidrológicas do sistema fluvial do delta do Jacuí (Devos, 2007).

No século XX, a enchente de 1941 destacou-se como a mais devastadora registrada em Porto Alegre, atingindo o nível recorde de 4,75 metros acima da referência do cais do porto (Silveira, 2020). O evento provocou danos severos à infraestrutura urbana, afetando a Usina do Gasômetro, essencial para a geração de energia elétrica, e interrompendo o fornecimento de água potável para milhares de pessoas (Valenti *et al.*, 2012). Aproximadamente 70 mil habitantes ficaram desabrigados, o que correspondia a cerca de 26% da população da cidade na época (Lersch, 2003).

A década de 1940 foi marcada por planos de modernização, como o Plano Gladosch (Abreu Filho, 2006), que estimularam o debate sobre a necessidade de proteção contra

inundações. Após a enchente de 1941, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) analisou diferentes alternativas e optou pela construção de diques protetores e de um sistema integrado de contenção (Bohrer, 2001).

Mesmo após as grandes enchentes, os aterros continuaram a ser empregados como instrumentos de expansão urbana. O aterro da Praia de Belas, idealizado na década de 1930 e executado entre as décadas de 1950 e 1970, foi um dos maiores empreendimentos de transformação da paisagem urbana de Porto Alegre. No local, foram implantados os parques Marinha do Brasil e Maurício Sirotsky Sobrinho (Harmonia), além de áreas destinadas a centros administrativos, alterando radicalmente a relação da cidade com o Guaíba (Andrade *et al.*, 2019). Antes da intervenção, a Praia de Belas constituía um espaço de lazer e convívio social, frequentado para banhos e atividades recreativas, onde a população desfrutava da paisagem e do contato direto com o lago (Branco Filho; Basso, 2005).

A técnica de aterro utilizada nas décadas de 1960 e 1970 baseou-se no depósito de entulhos e materiais diversos diretamente no Guaíba, o que gerou impactos ambientais negativos e contribuiu para a degradação do corpo hídrico. A Ilha Coroa dos Bagres foi completamente destruída pela retirada de material destinado ao aterro da Praia de Belas. A construção do muro de contenção ao longo da Avenida Mauá acentuou a separação física e simbólica entre a cidade e o Guaíba (Branco Filho; Basso, 2005). Essa ruptura foi interpretada por muitos como uma perda significativa para Porto Alegre, que se afastou de um elemento central de sua identidade e história.

Figura 2 – Enchentes de 1941 e de 1967 em Porto Alegre



Fonte: Correio do Povo (2024); Zero Hora (2015). Disponível em: <https://www.correiodopovo.com.br>; <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2015/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

Em 1967 outra enchente ocorreu, atingindo a marca de 3,13 metros, acelerando o processo de conclusão do sistema de proteção, concluído em 1974, com construção do Muro da Mauá que possui 2.647 metros de extensão e 3 metros de altura, projetado para prevenir inundações de grandes proporções (Valenti *et al.*, 2012). O Muro integra um sistema de diques com 68 quilômetros de extensão, concebido para proteger áreas vulneráveis às cheias, sobretudo a região central, onde se localizam a Prefeitura, o prédio dos Correios e Telégrafos, a Secretaria da Fazenda do Estado, o Museu de Arte do Rio Grande do Sul e o centro histórico (Valenti *et al.*, 2012).

Figura 3 – Construção do Muro da Mauá na década de 1970



Fonte: Zero Hora (2023). Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br>. Acesso em: 10 ago. 2025.

A ausência de grandes enchentes nas décadas posteriores à construção do muro levou a questionamentos sobre sua real necessidade e fomentou propostas de remoção, com o objetivo de revitalizar a orla e reintegrar a cidade ao lago (Devos, 2007). No entanto, as enchentes de 2024 reafirmaram a importância estratégica do Muro da Mauá para a proteção do núcleo urbano.

4.1 A enchente de 2024 e os impactos na paisagem urbana da capital gaúcha

As chuvas intensas de maio de 2024 resultaram na maior enchente já registrada em Porto Alegre, com o Guaíba atingindo 5,50 metros. O evento alagou bairros inteiros, desalojou mais de 200 mil pessoas e provocou prejuízos econômicos e sociais de grande magnitude. As falhas no sistema de contenção de águas evidenciaram problemas estruturais críticos, especialmente a incapacidade das bombas de drenagem de escoar o volume excedente, o que ocasionou a inundação de áreas que deveriam estar protegidas (O Sul, 2024).

Os bairros mais atingidos foram a região central, Sarandi, Humaitá, Ilhas do Delta do Jacuí e parte da zona sul, comprometendo a mobilidade urbana e a distribuição de água potável. Serviços essenciais foram interrompidos, como o fornecimento de energia elétrica e a operação da estação de tratamento de água. As consequências afetaram não apenas a infraestrutura pública, mas também o setor produtivo, que registrou perdas na produção industrial, paralisação do comércio e prejuízos logísticos, com destaque para a interrupção do transporte de mercadorias por via fluvial (Nemer *et al*, 2026).

Entre 27 de abril e início de maio de 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou chuvas persistentes por mais de dez dias, sobrecarregando as bacias hidrográficas dos rios Taquari, Caí, Pardo, Jacuí, Sinos e Gravataí. Simões (2024) observou que sempre que o nível do Guaíba ultrapassa 3,00 metros o porto é alagado, caracterizando um evento raro que, no entanto, ocorreu duas vezes em 2023 e novamente em 2024.

Figura 4 – Área inundada na região do Cais Mauá na Enchente de 2024

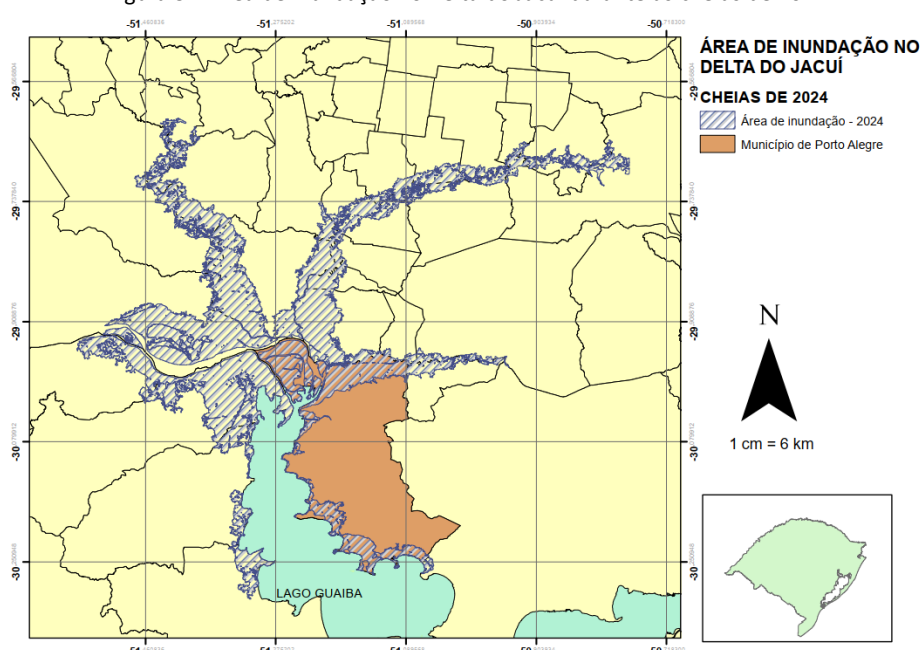


Fonte: Ascom Portos RS, 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/>. Acesso em: 05 dez. 2024.

O fenômeno climático *El Niño*, ao elevar a temperatura do Oceano Pacífico acima da média histórica, intensificou as precipitações e resultou em volumes de chuva muito superiores ao normal. Como consequência, o nível do Guaíba subiu rapidamente, ultrapassou a cota de inundação e alcançou o recorde histórico de 5,33 metros em 5 de maio de 2024 (Heinzelmann, 2024). O mapa apresentado na figura 5 ilustra a extensa área alagada no Delta do Jacuí, onde as águas permaneceram por semanas.

10

Figura 5 – Área de inundação no Delta do Jacuí durante as cheias de 2024

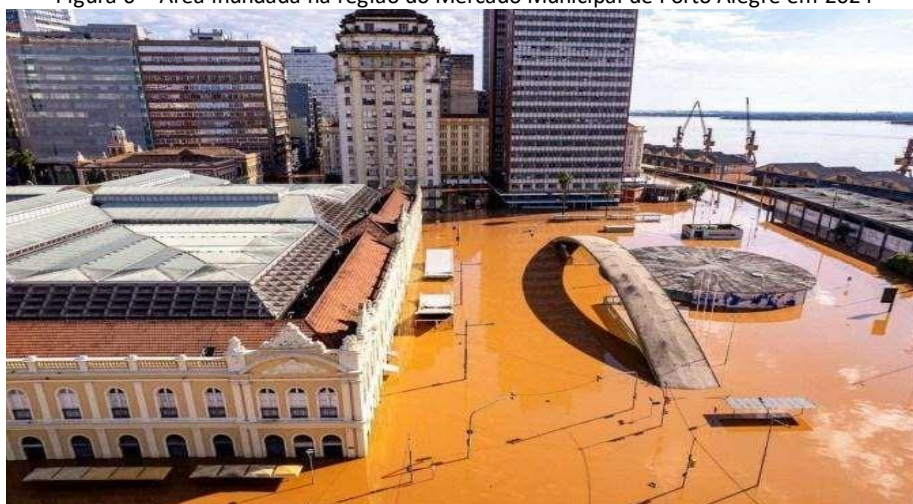


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados de banco de dados da prefeitura de Porto Alegre e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O sistema de combate a inundações de Porto Alegre conta com mais de 60 quilômetros de diques, dimensionados para conter cheias de até 6 metros, possuindo 23 Casas de Bombas,

contando com 86 bombas de capacidade total de 170 m³/s que conectam o Sistema de Proteção com o Sistema de Drenagem Pluvial Urbana (PMPA, 2024). Durante a enchente de 2024, os diques funcionaram, algumas comportas não conseguiram conter totalmente a água e as principais falhas ocorreram nas bombas, que não deram vazão suficiente, inundaram-se e queimaram.

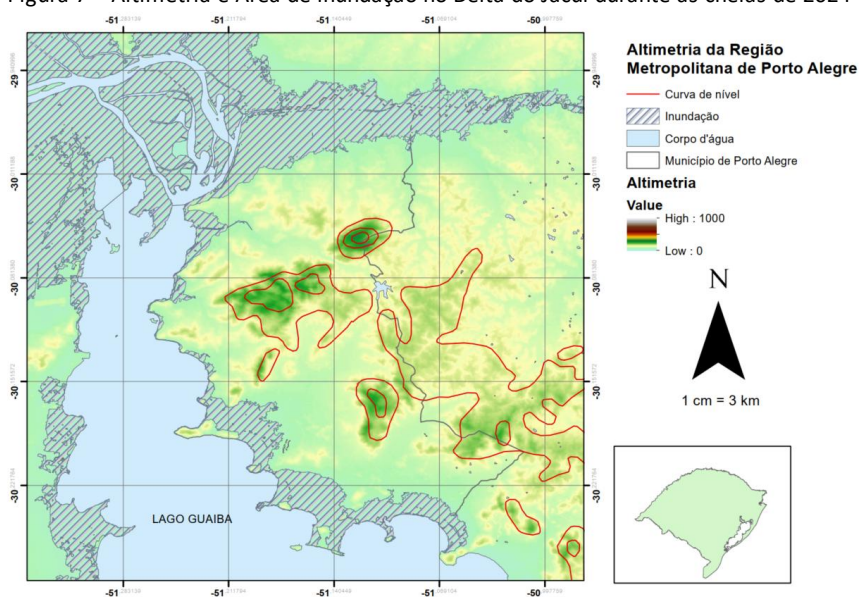
Figura 6 – Área inundada na região do Mercado Municipal de Porto Alegre em 2024



Fonte: Ascom Portos RS, 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/>. Acesso em: 05 dez. 2024.

A água, sem escoamento, transbordou dos reservatórios e retornou às ruas pelos bueiros. As falhas podem ser atribuídas à falta de manutenção adequada ao longo dos anos. Problemas já haviam sido identificados anteriormente, como falhas em comportas em 1983 e em 2023, sem que reparos fossem realizados (Marko, 2024). A ausência de investimentos na conservação dessa infraestrutura crítica contribuiu para a gravidade do desastre, mantendo áreas submersas por cerca de um mês.

Figura 7 – Altimetria e Área de inundação no Delta do Jacuí durante as cheias de 2024



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados de banco de dados da prefeitura de Porto Alegre e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

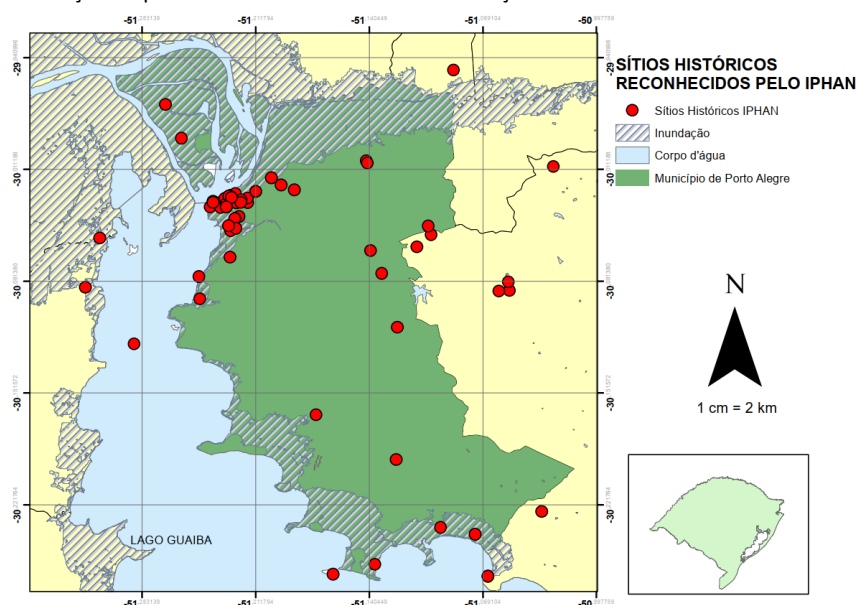
O porto, situado na cota 3,00 metros, foi totalmente inundado. Com o rio chegando à cota 5,50 metros, suas operações permaneceram paralisadas por 45 dias para limpeza e reparos estruturais. Equipamentos eletromecânicos, como balanças, foram destruídos, impossibilitando as pesagens. O impacto prático foi a interrupção das atividades por quase três meses, considerando o tempo necessário para a retração das águas e as recuperações (Simões, 2024).

A figura 7 mostra a altimetria da região da Grande Porto Alegre, evidenciando que grande parte da cidade se encontra em áreas suscetíveis a inundações. Fatores como a baixa altitude, a proximidade de cursos d'água e a ocupação de áreas historicamente alagáveis aumentam essa vulnerabilidade. A impermeabilização do solo, resultado do crescimento urbano desordenado, agrava a dificuldade de drenagem natural.

Segundo Simões (2024), os armazéns do porto ficaram cobertos de lama, cerca de duzentas mil toneladas de produtos foram perdidas, principalmente fertilizantes e cevada, e nos escritórios praticamente todo o mobiliário e equipamentos foram destruídos. Esses prejuízos afetaram tanto o setor privado quanto o poder público, com queda na arrecadação de impostos.

A cidade abriga um patrimônio histórico de relevância nacional, reconhecido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), que inclui edificações, praças e conjuntos urbanos representativos de diferentes períodos da história brasileira. Entre os bens mais afetados estão o Centro Histórico de Porto Alegre, o Paço Municipal, o Mercado Público, o Cais Mauá, a Usina do Gasômetro, o Theatro São Pedro, a Catedral Metropolitana e diversos casarões de valor arquitetônico e simbólico. A figura 8 mostra a localização desses sítios históricos, revelando que muitos estão situados em áreas suscetíveis a inundações, especialmente próximos ao Lago Guaíba e seus afluentes.

Figura 8 – Localização do patrimônio cultural e área de inundação no Delta do Jacuí durante as cheias de 2024



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados de banco de dados da prefeitura de Porto Alegre e Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Estudos sobre a vulnerabilidade do patrimônio edificado diante de mudanças climáticas e eventos extremos indicam que a exposição prolongada à água acelera a degradação e exige estratégias específicas de proteção e conservação (Pereira *et al.*, 2021). De acordo com a Defesa Civil, a tragédia de 2024 deixou 85 mortos, 339 feridos, 134 desaparecidos e mais de 201 mil pessoas fora de casa, sendo 153.824 desalojados e 47.676 em abrigos públicos.

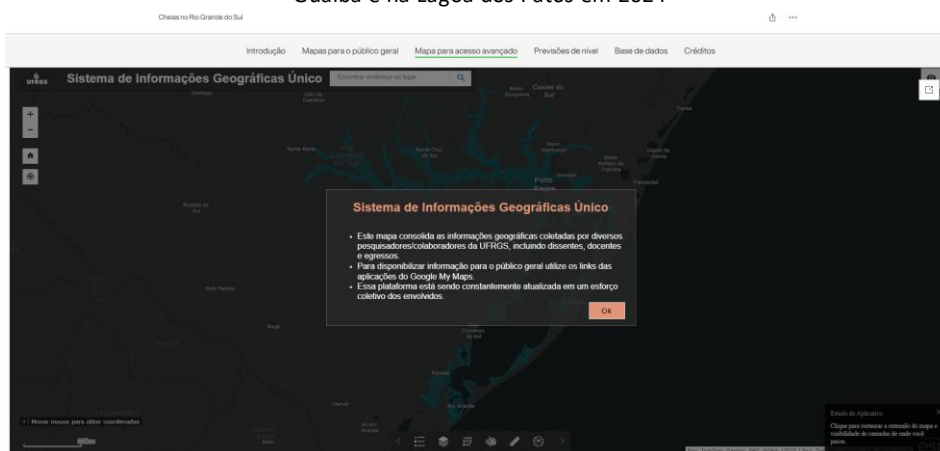
4.2 A gestão urbana atual da capital gaúcha e possibilidades de aprimoramento tecnológico

A inundação que atingiu Porto Alegre em 2024 revelou fragilidades estruturais na cidade, mas também evidenciou a deficiência na gestão e acesso aos dados urbanos essenciais para planejamento, monitoramento e resposta emergencial. A dispersão de informações, armazenadas em múltiplas fontes privadas e públicas, muitas vezes inacessíveis ou incompatíveis, dificultou a ação rápida e coordenada de pesquisadores, gestores e órgãos públicos. A carência de sistemas públicos integrados para monitoramento e gestão das inundações evidenciou a dependência de soluções emergenciais. Um exemplo foi a criação de uma plataforma digital desenvolvida de forma voluntária por diferentes setores da UFRGS, em colaboração com pesquisadores externos. O portal reuniu modelos de previsão de elevação do nível d'água, mapeamentos de áreas afetadas e informações críticas para o enfrentamento da crise.

A plataforma desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH/UFRGS), em cooperação com dezenas de pesquisadores e voluntários externos, representa um esforço notável de mobilização coletiva diante do colapso dos fluxos de informação durante a crise de 2024 (Possantti; Müller; Ruhoff, 2024). O sistema integrou previsões hidrológicas e hidrodinâmicas, boletins diários sobre o nível do Guaíba, mapas interativos e bancos de dados abertos para uso público, com estimativas de áreas inundadas e impactos diretos sobre a Região Hidrográfica do Lago Guaíba.

13

Figura 9 – Cheias no Rio Grande do Sul - Base de dados e informações geográficas na Região Hidrográfica do Lago Guaíba e na Lagoa dos Patos em 2024



Fonte: Possantti; Müller; Ruhoff (2024).

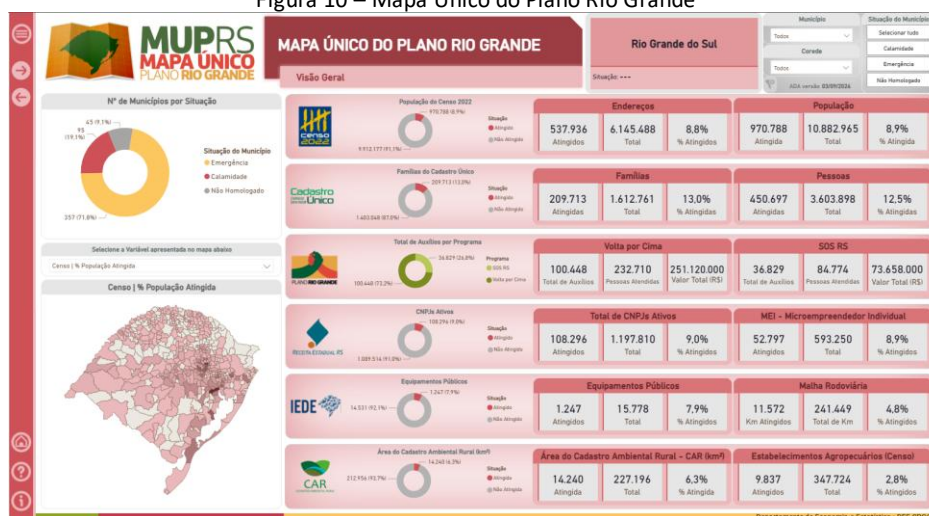
Embora tenha fornecido insumos estratégicos para gestores públicos, autoridades locais e pesquisadores, o caráter emergencial e voluntário da iniciativa evidencia uma lacuna

estrutural: a inexistência de um sistema estatal contínuo, integrado e atualizado em tempo real para subsidiar decisões antes, durante e após eventos climáticos extremos. A dependência de plataformas externas e a dispersão das informações, algumas acessíveis apenas em ferramentas privadas como Google MyMaps, reforçam o cenário de vulnerabilidade informacional. Além da fragmentação, existe uma tendência global preocupante em relação ao controle dos dados por grandes empresas privadas. Inicialmente, essas corporações oferecem serviços gratuitos ou a baixo custo para instituições públicas, criando uma dependência tecnológica gradual. Posteriormente, passam a “cercar” os dados, restringindo o acesso e impondo cobranças elevadas para a continuidade do serviço. Esse fenômeno, conhecido como “*data enclosure*” ou “cercamento digital”, coloca governos em situação de vulnerabilidade, sobretudo quando não investem em tecnologias próprias para armazenar e gerir seus dados (Zuboff, 2020).

A estratégia da empresa Google, exemplifica esse “cercamento” e foi descrita por seu ex-executivo e *Chief Strategy Officer* (CSO), que admitiu publicamente a adoção de práticas que criam barreiras para o acesso gratuito a dados e serviços essenciais, visando monetização progressiva. Essa realidade foi evidenciada recentemente no Brasil, quando grandes empresas como Google e Microsoft revisaram suas políticas de armazenamento em nuvem, impactando universidades e órgãos públicos que dependem desses serviços para armazenamento e compartilhamento de dados científicos e acadêmicos, conforme reportagem do jornal O Globo (Alfano, 2024).

No caso de Porto Alegre, houve a disponibilização de um novo geoportal da Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais (Iede), desenvolvido com base no ArcGIS Enterprise. Apesar do avanço representado pelo lançamento em 2025, esta plataforma foi disponibilizada apenas um ano após a enchente. Demonstra-se que, durante o momento crítico, não havia uma infraestrutura tecnológica pública consolidada e integrada capaz de facilitar o acesso e a análise de dados geoespaciais para subsidiar decisões emergenciais. Ressalta-se que, embora o ArcGIS não tenha adotado políticas de cobrança abusivas, o mercado de tecnologias geoespaciais é dominado por poucas empresas privadas, o que pode resultar em custos elevados e limitações no acesso futuro para o setor público.

Figura 10 – Mapa Único do Plano Rio Grande



Fonte: Rio Grande do Sul (2025). Disponível em: <https://mup.rs.gov.br/>. Acesso em: 06 ago. 2025.

A carência de integração e de tecnologias públicas, apontada no Programa do Governo Holandês de Redução de Risco de Desastres e Suporte a Surtos (DRRS) e disponibilizada pelo Departamento Municipal de Águas e Esgoto de Porto Alegre, evidencia a urgência do desenvolvimento de ferramentas de modelagem avançadas, capazes de subsidiar tanto a gestão imediata de crises quanto o planejamento de longo prazo. O desenvolvimento dessas ferramentas é considerado uma medida não estrutural essencial para o gerenciamento de inundações em Porto Alegre, sendo que diversos estudos e serviços mencionados no relatório ressaltam a necessidade de criação ou aprimoramento desses instrumentos de simulação (PMPA, 2024).

As ferramentas têm múltiplos propósitos e aplicações, possibilitando a compreensão do sistema hídrico, descrevendo os processos hidrológicos, hidrodinâmicos, ambientais e morfológicos que envolvem desde as bacias a montante dos rios até o Oceano Atlântico. Desta maneira, são fundamentais para a análise de cenários e sensibilidade, permitindo avaliar opções de redução de gargalos de vazão ao longo do Delta do Jacuí e das lagoas, de modo a aumentar a capacidade de transporte de água de inundação e reduzir os níveis de cheia. Outra aplicação seria o sistema de alerta antecipado de inundações, no qual os modelos hidrológicos e hidrodinâmicos fornecem previsões de níveis de água com a maior antecedência possível. As ferramentas ainda permitem avaliar os impactos do aumento da capacidade de descarga na Barra de Rio Grande, o que exige modelos específicos de qualidade da água e de análise ecológica para compreender fenômenos de intrusão salina e seus efeitos sobre os ecossistemas.

A construção dessas ferramentas demanda diferentes tipos de modelos (PMPA, 2024). O modelo hidrológico é necessário, sendo aplicável às bacias dos rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí, bem como às bacias que circundam o Rio Guaíba e a Lagoa dos Patos. Embora o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS já disponha de um modelo hidrológico distribuído, a calibração desse sistema precisa ser aprimorada com base nos dados das cheias de maio de 2024 e nas séries de monitoramento de níveis e vazões.

Também é necessário um modelo hidrodinâmico 2D/3D, que descreve o fluxo no Rio Guaíba e na Lagoa dos Patos, com especial atenção aos efeitos do vento e simulações sob cenários de vento. Este, torna-se imprescindível caso se confirme a viabilidade de aumentar a capacidade de descarga para o Oceano Atlântico, pois envolve a modelagem da intrusão salina, dos efeitos ecológicos e da evolução morfológica tanto do Delta quanto do Rio Guaíba e da parte norte da Lagoa dos Patos.

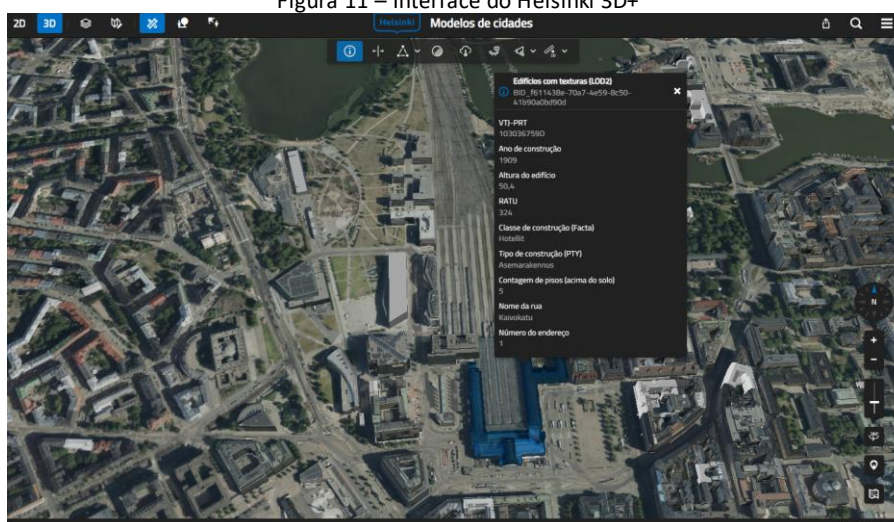
O relatório indica a utilização de duas plataformas como recomendadas (PMPA, 2024). O Delft-3D, que é amplamente utilizado no mundo para modelagem hidrodinâmica e morfológica, sendo gratuito, de código aberto e desenvolvido nos Países Baixos pela Deltares. O Brasil figura hoje como a quarta maior comunidade de usuários dessa ferramenta, o que favorece sua adoção. Já o Delft-FEWS é indicado como plataforma para o sistema de previsão de cheias, também gratuito e de código aberto.

Nesse ponto, vale destacar que experiências internacionais oferecem perspectivas importantes para a construção de um sistema elaborado e aberto em Porto Alegre. Na Finlândia, o projeto Helsinki 3D+ oferece um exemplo de como um governo local pode assumir a liderança

na criação e gestão aberta de dados urbanos. Iniciado com um orçamento de aproximadamente 1 (um) milhão de euros e financiado pela própria cidade de Helsinque, o projeto teve como principal objetivo a criação de dois modelos tridimensionais detalhados da área urbana, utilizando tecnologia de ponta para captura e processamento de dados.

O processo combinou diversas técnicas avançadas, como LiDAR aéreo para obtenção precisa da topografia e das superfícies urbanas, além da captura de mais de 50.000 imagens oblíquas com câmeras especiais, que foram processadas utilizando softwares sofisticados como Bentley ContextCapture. O emprego de mais de 600 pontos de controle no terreno garantiu uma precisão espacial de até 10 centímetros, garantindo alta fidelidade dos modelos produzidos (Xu et al., 2021).

Figura 11 – Interface do Helsinki 3D+



Fonte: Helsinque (2025). Disponível em: <https://kartta.hel.fi/3d/>. Acesso em: 08 jul. 2025.

Além da produção da malha tridimensional de alta qualidade visual, o Helsinki 3D+ desenvolveu um modelo semântico baseado no padrão CityGML, que vai além da mera representação visual e possibilita a realização de análises complexas, como estimativas de consumo energético, informações de edificações, emissões de gases de efeito estufa e avaliação dos impactos ambientais causados pelo tráfego urbano (Geoweb News, 2021). Essa abordagem semântica amplia enormemente as possibilidades de uso dos dados, permitindo simulações e planejamentos urbanos mais eficientes e sustentáveis.

O aspecto mais inovador do Helsinki 3D+ é a política de disponibilização aberta dos dados para a população, universidades, empresas e órgãos públicos. O acesso gratuito a esses modelos permite a criação de diversas aplicações, desde jogos digitais, como o *Minecraft Helsinki*, até ferramentas para planejamento urbano participativo, análise de qualidade do espaço público e modelagem energética em parceria com instituições internacionais renomadas como a Universidade Técnica de Munique (Geoweb News, 2021).

Essa abertura fomenta um ecossistema colaborativo, no qual cidadãos podem participar ativamente da gestão urbana, enquanto universidades desenvolvem pesquisas avançadas e empresas criam soluções inovadoras. O modelo de Helsinque serve de inspiração para o fortalecimento da resiliência urbana e para o enfrentamento das mudanças climáticas,

com metas claras, como a neutralidade de carbono até 2050, sendo apoiadas por dados precisos e acessíveis (Geowee News, 2021).

A comparação entre Helsinque e Porto Alegre evidencia caminhos distintos na gestão de dados e modelagem urbana. Enquanto a capital finlandesa construiu uma política de transparência e acesso aberto, capaz de alimentar pesquisas, inovação tecnológica e participação cidadã, Porto Alegre ainda depende de iniciativas emergenciais, plataformas fragmentadas e soluções privadas sujeitas a custos elevados e restrições futuras. Essa disparidade reforça a necessidade de transformar o aprendizado da enchente de 2024 em políticas estruturantes, que consolidem sistemas permanentes de monitoramento, modelagem e gestão pública da informação.

Neste contexto, emergem os debates locais sobre intervenções estruturais, como a dragagem dos afluentes do Delta do Jacuí e do Guaíba. Simões (2024) defende, apesar de reconhecer o caráter controverso, a dragagem dos canais de navegação e dos trechos mais profundos do lago, considerados essenciais para o escoamento das águas. Heinzelmann (2024) acrescenta que a ausência de uma memória ativa sobre a enchente de 1941 contribuiu para a negligência na manutenção do sistema de proteção, um fenômeno associado ao apagamento de memórias traumáticas de longa duração, e que a chamada “pós-memória” daquele evento, transmitida de forma fragmentada, não foi suficiente para manter o alerta preventivo.

De forma conclusiva, Simões (2024) afirma que Porto Alegre pode se preparar para enfrentar futuras cheias dessa magnitude, considerando que já possui um sistema de diques de aproximadamente 70 quilômetros, com cota de 6,00 metros, superior ao nível máximo registrado em 2024. As bombas estão sendo redimensionadas, os controles elétricos reposicionados em áreas mais elevadas e as comportas foram revisadas ou lacradas permanentemente. Contudo, as cidades vizinhas e a região das ilhas permanecem altamente vulneráveis, pois carecem de sistemas de diques e apresentam ocupações irregulares em zonas de risco.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre Porto Alegre e o Guaíba moldou historicamente a paisagem urbana, sustentando a economia e influenciando a organização do espaço, mas também expõe a cidade a riscos permanentes. Ao longo do tempo, os avanços em termos de modernização urbana produziram impactos ambientais e simbólicos que distanciaram a população de seu principal corpo hídrico e emergiram a necessidade de sistemas de contenção da elevação do nível das águas em eventos climáticos.

As enchentes de 2024 revelaram falhas estruturais no sistema de contenção e evidenciaram a fragilidade da gestão tecnológica e a ausência de sistemas integrados capazes de orientar decisões rápidas e embasadas em dados. A experiência da UFRGS mostrou o potencial da mobilização científica e colaborativa, mas também reforçou a urgência de institucionalizar mecanismos permanentes de monitoramento, modelagem e compartilhamento de informações.

Para isso é preciso preparar a cidade para futuros eventos extremos por estratégias na gestão urbana. De um lado, exige-se a manutenção e modernização do sistema de diques,

bombas e comportas, bem como a discussão sobre intervenções estruturais. De outro, torna-se indispensável investir em plataformas públicas de dados e em ferramentas avançadas tecnológicas, que subsidiem o planejamento preventivo. A dependência de soluções improvisadas, aliada à concentração dos dados em plataformas privadas, mostra como o “cercamento digital” também se insere na dinâmica de acumulação do capital, convertendo informação em mercadoria e ampliando a vulnerabilidade do setor público.

Nesse sentido, o contraste com iniciativas internacionais, como o projeto Helsinki 3D+, demonstra que políticas de dados abertos e integração tecnológica fortalecem a resiliência urbana, estimulando inovação, participação social e governança democrática das cidades. A inspiração finlandesa aponta para a necessidade de Porto Alegre transformar a gestão fragmentada e dependente de soluções emergenciais para uma política estruturante e duradoura.

Desta maneira, repensar a relação entre Porto Alegre e o Guaíba demanda um planejamento que articule desenvolvimento urbano e proteção ambiental, assegurando que a memória histórica e a identidade da cidade sejam preservadas frente aos desafios atuais. Para isso, implica-se questionar as contradições da urbanização atual que historicamente privilegiou a acumulação econômica em detrimento da segurança coletiva.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

18

7 REFERÊNCIAS

ABREU FILHO, S. **Porto Alegre como Cidade Ideal**: Planos e Projetos Urbanos para Porto Alegre. Tese (Doutorado em Arquitetura), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

ALFANO, Bruno. Antes gratuito, armazenamento de dados na nuvem vira dor de cabeça para universidades: Google e Microsoft começam a cobrar acadêmicos para guardar mais gigabytes de arquivos e geram debate sobre dependência tecnológica em instituições públicas. **O Globo**, 9 dez. 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/educacao/noticia/2024/12/09/antes-gratuito-armazenamento-de-dados-na-nuvem-vira-dor-de-cabeca-para-universidades.shtml>. Acesso em: 17 mai. 2025.

ALVES, A. **A construção do porto de Porto Alegre 1895-1930**: modernidade urbanística como suporte de um projeto de estado. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ANDRADE, L. et al. Lago Guaíba: uma análise histórico-cultural da poluição hídrica em Porto Alegre, RS, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 1, p. 169-180, 2019.

BOHRER, Maria Dalila. **O aterro Praia de Belas e o aterro do Flamengo**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BRANCO FILHO, C.; BASSO, R. Ocupação irregular e degradação ambiental no parque estadual do delta do Jacuí – RS. **Geografia**, v. 30, n. 2, p. 286-302, mai./ago. 2005.

COSTA, Mariana de M.; DINIZ, Luciana N. Epidemics X Popular Housing in Rio de Janeiro: Analysis through the SWOT Matrix. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 17, n. 6, 2021. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/3068. Acesso em: 30 jan. 2026.

DEVOS, R. A “questão ambiental” sob a ótica da antropologia dos grupos urbanos, nas ilhas do Parque Estadual Delta do Jacuí, Bairro Arquipélago, Porto Alegre, RS. Tese (Doutorado em Antropologia Social), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FERNANDES, J. O Lugar da Cidade Portuguesa. **Finisterra**: Revista Portuguesa de Geografia, Lisboa, v. 10, n. 19, p. 79-111, 1975.

GEOWEEK NEWS. City model of the future: Helsinki 3D+, 22 fev. 2017. Disponível em: <https://www.geoweeeknews.com/>. Acesso em: 24 jan. 2025.

HEINZELMANN, L. O Muro da Mauá e a memória das enchentes. **Jornal da Universidade**, Porto Alegre, 29 mai. 2024.

IPHAN - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Porto Alegre (RS) – Conjuntos Urbanos Tombados**. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/394>. Acesso em: 05 jul. 2025.

KÜHN, F. e SCOTT, A. **Porto Alegre 250 anos: de uma vila escravista a uma cidade de imigrantes (séculos XVIII e XIX)**. São Leopoldo: Oikos, 2023.

LERSCH, I. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MARKO, K. Aos 50 anos, Muro da Mauá ainda causa divergências entre candidatos à prefeitura de Porto Alegre. **Brasil de Fato**, Porto Alegre, 14 set. 2024.

MENEGAT, R. “A Peculiar Paisagem da Travessia do Lago Guaíba”. In: CARVALHO, Maria Cristina Wolf de. **A Ponte do Guaíba**. São Paulo: M. Carrilho Arquitetos, 2008/2009.

NEMER, Luciana et al. Resiliência urbana apoiada em tecnologia na gestão e prevenção de desastres. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 22, n. 1, p. e2510, 2026. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/6219. Acesso em: 30 jan. 2026.

O SUL. **Entenda como funciona o sistema de contenção de águas do Guaíba**. 2024. Disponível em: <https://www.osul.com.br/entenda-como-funciona-o-sistema-de-contencao-de-aguas-do-guaiba/>. Acesso em: 16 jun. 2025.

PEREIRA, Natália Biscaglia et al. Impacto das mudanças climáticas no contexto do patrimônio cultural de cidades europeias e brasileiras: breve panorama de estudos sobre o tema entre 2000 e 2020. **PerCursos**, Florianópolis, v. 22, n. 49, p. 46–72, 2021.

PEREZ, R. **Espaço social**: uma análise metodológica do patrimônio cultural da Praça da Alfândega, Porto Alegre - RS. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

PMPA - PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Relatório do Programa do Governo Holandês de Redução de Risco de Desastres e Suporte a Surtos (DRRS)**. Departamento Municipal de Águas e Esgoto, 2024. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/dmae/informacoes-gerais>. Acesso em: 16 mai. 2025.

POSSANTTI, I.; MÜLLER, J.; RUHOFF, A. (orgs). **Cheias no Rio Grande do Sul - Base de dados e informações geográficas na Região Hidrográfica do Lago Guaíba e na Lagoa dos Patos em 2024**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: <https://storymaps.arcgis.com/stories/a81d69f4bccf42989609e3fe64d8ef48>. Acesso em: 10 mai. 2025.

SILVEIRA, A. Chuvas e vazões da grande enchente de 1941 em Porto Alegre/RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 35, p. 69-90, 2020.

SIMÕES, José Bedran. **A enchente e o porto de Porto Alegre**. Entrevista concedida aos autores. Porto Alegre, 2024.

VALENTE, A. **Plano Mestre complexo portuário de Porto Alegre**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.



VALENTI, E. et al. Modelo cartográfico digital temático para simulação e previsão de inundações no município de Porto Alegre – RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 64/3, p. 331-345, 2012.

XU, Zhen et al. City information modeling: state of the art. **Applied Sciences**, v. 11, n. 19, p. 9333, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app11199333>. Acesso em: 24 jan. 2025.

ZUBOFF, Shoshana. **A era do capitalismo de vigilância**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2020.

DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

- **Concepção e design do estudo:** Felipe Gustavo Silva, responsável pela ideia central do estudo, definição dos objetivos e elaboração da metodologia.
- **Curadoria de dados:** Felipe Gustavo Silva, organização e verificação dos dados para assegurar sua qualidade.
- **Análise formal:** Felipe Gustavo Silva, realização das análises e aplicação dos métodos específicos.
- **Aquisição de financiamento:** não houve financiamento para este estudo.
- **Investigação:** Felipe Gustavo Silva, condução da coleta de dados e dos experimentos práticos.
- **Metodologia:** Felipe Gustavo Silva desenvolvimento e ajuste das metodologias aplicadas.
- **Redação rascunho inicial:** Luciana Nemer e Felipe Gustavo Silva, elaboração da primeira versão do manuscrito.
- **Redação revisão crítica:** Luciana Nemer e Felix Carriello, revisão do texto, aprimorando clareza e coerência.
- **Revisão e edição final:** Luciana Nemer e Felipe Gustavo Silva, revisão e ajustes finais para adequação às normas da revista.
- **Supervisão:** Luciana Nemer e Felix Carriello, coordenação do trabalho e garantia da qualidade geral do estudo.

21

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Felipe Gustavo Silva, Luciana Nemer e Felix Carriello, declaramos que o manuscrito intitulado "**Paisagem urbana e gestão tecnológica em Porto Alegre: falhas, desafios e perspectivas após a enchente de 2024**":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho.
 2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados.
 3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito.
-