

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA VIABILIDADE DE BARREIRAS MÓVEIS CONTRA CHEIAS NO CAIS MAUÁ DE PORTO ALEGRE: AGENDA DE PRÉ-REQUISITOS PARA GESTÃO ATIVA

Eliza Bezerra¹ & Fernando Dornelles²

RESUMO – A viabilidade de transição da proteção passiva para a gestão ativa de cheias no Cais Mauá foi avaliada mediante a aplicação do framework decisório da *Environment Agency* (EA), focando na substituição da estrutura fixa por sistemas não permanentes. A metodologia baseou-se na análise qualitativa de quatro nós críticos: viabilidade técnica-econômica, aceitabilidade local, confiabilidade do alerta e capacidade organizacional. Os resultados demonstram que a viabilidade física é assegurada por uma solução híbrida com fundação fixa de 1,26m, reduzindo o esforço logístico para o isolamento dos 2,6 km de orla. Contudo, o sucesso operacional é condicionado pela métrica de Folga Operacional ($TF=TL-TC > 0$), em que o tempo de antecedência hidrológica (TL) deve obrigatoriamente superar o tempo de fechamento da proteção móvel (TC). O diagnóstico identifica que o principal gargalo não é de engenharia estrutural, mas de governança: a fragmentação dos modelos de previsão e a ausência de simulação anual para contingências. O estudo conclui com a estruturação de uma Agenda de Pré-requisitos Sistêmicos, que condiciona a adoção da tecnologia à unificação da inteligência antecipativa e à validação institucional dos tempos de mobilização, sob risco de incremento da vulnerabilidade hidráulica diante de eventos extremos em Porto Alegre.

Palavras-Chave – Sistemas desmontáveis; governança operacional de desastres; transição tecnológica em sistemas críticos;

ABSTRACT – The feasibility of transitioning from passive protection to active flood management at Cais Mauá was evaluated through the application of the Environment Agency (EA) decision-making framework, focusing on replacing the fixed floodwall with non-permanent systems. The methodology was based on a qualitative analysis of four critical nodes: technical-economic feasibility, local acceptability, warning reliability, and organizational capacity. Results demonstrate that physical feasibility is ensured by a hybrid solution with a 1.26m fixed foundation, reducing the logistical effort for the 2.6 km shoreline isolation. However, operational success is governed by the Operational Slack metric ($TF=TL-TC > 0$), where the hydrological lead time (TL) must strictly exceed the closure time (TC). The diagnosis identifies that the primary bottleneck is not structural engineering, but governance: the fragmentation of forecasting models and the absence of annual simulation protocols for contingencies. The study concludes with a Systemic Prerequisites Agenda, which conditions technology adoption on the unification of anticipatory intelligence and institutional validation of mobilization times, to prevent increased hydraulic vulnerability during extreme events in Porto Alegre.

Keywords – Demountable systems; disaster risk governance; technological transition in critical infrastructure;

¹) Afiliação: Escola de Engenharia de São Carlos - EESC/USP, eliza.bezerra@usp.br

²) Afiliação: Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS

CONTEXTUALIZAÇÃO

Historicamente, os sistemas de proteção passiva contra inundações, barreiras permanentes, encontram-se sob crescente atenção técnica e social, tanto por aspectos de possibilidade de falha quanto de impacto urbanístico ao segregar áreas urbanas do acesso direto ao curso d'água (Alshaikh *et al.*, 2023; Esraz-ul-zannat *et al.*, 2024). A tendência contemporânea do planejamento urbano aponta para uma transição para soluções adaptativas e multifuncionais, barreiras móveis (Lee *et al.*, 2021; Kumaresen *et al.*, 2025), como exemplos em Colônia na Alemanha e Praga na República Tcheca.

No contexto específico de Porto Alegre (RS), a cheia extrema de 2024 causou um colapso estrutural e operacional, com prejuízos econômicos estimados em R\$ 4,3 bilhões. Ao impactar severamente a infraestrutura, a agricultura e a habitação (Mantovani *et al.*, 2024), o evento impôs a urgência de repensar todo o sistema de proteção, especialmente o do Cais Mauá. Desde o final da década de 1980, essa área foi objeto de diversas propostas de revitalização (Vieira, 2012), como o Caminho do Porto (1991), o Projeto Cais Mauá (2010) e o Projeto de Revitalização de 2021.

Um ponto comum nessas iniciativas é o debate sobre a remoção do muro. Atualmente, a proposta mais defendida, tanto no âmbito institucional quanto civil, sugere soluções alternativas que garantam a permeabilidade visual e a reintegração da cidade com o Guaíba, sem abrir mão de uma proteção efetiva, como o uso de barreiras móveis.

SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

A transição de infraestruturas fixas para estratégias adaptativas de controle de cheias consolida-se hoje como um movimento central na literatura (Chiu *et al.*, 2022). No entanto, essa mudança de paradigma traz um alerta sobre a dinâmica de longo prazo entre a infraestrutura física e a percepção de risco. Como observam Barendrecht *et al.* (2017), a simples presença de uma barreira de contenção, seja móvel ou não, costuma gerar uma falsa sensação de segurança na população e nos gestores. Esse excesso de confiança pode dificultar a percepção de risco e aumentar a vulnerabilidade em caso de falha operacional e/ou manutenção, visto que as áreas protegidas são intencionalmente planejadas para terem uma densificação urbana.

Para mitigar esse risco, é necessário que as defesas físicas operem atreladas a protocolos rigorosos de alerta, resposta, logística e avaliação pós-evento (Rijkswaterstaat *et al.*, 2024). Sob essa ótica, o *framework* desenvolvido pela *Environment Agency* (2011) desponta como um importante instrumento para o planejamento dessas estruturas. Originado de ensaios práticos no Vale do Severn (EUA) em 2004 e amadurecido após as severas inundações britânicas de 2007, o guia classifica os sistemas de proteção em permanentes, desmontáveis (possuem apenas suporte

fixo para montagem da barreira) e temporários (não necessitam de nenhum suporte fixo no local de instalação da barreira), estabelecendo condicionantes operacionais durante a crise (EPA, 2011). Neste trabalho foi adotado o termo barreira móvel para se referir aos dois tipos de barreiras não fixas, as desmontáveis e as temporárias.

A aplicação dessas diretrizes evidencia que a viabilidade tecnológica das barreiras móveis transcende um checklist de engenharia. Embora um projeto eficaz e bem dimensionado seja o ponto de partida (Painter *et al.*, 2025), o funcionamento do sistema no momento crítico esbarra em especificidades operacionais, especialmente na falta ou limitação do sistema de previsão e alerta de cheias, no tempo necessário de mobilização das equipes e início da preparação para a emergência (Samansiri *et al.*, 2023). Na prática, o sucesso de um sistema estrutural de proteção contra cheias subordina-se à governança do risco (Driessen *et al.*, 2018). Isso significa que a implementação exige superar desafios institucionais complexos, e é essa subordinação que caracteriza a gestão ativa do risco, não basta que a barreira exista, é necessário que o conjunto de atores responsáveis seja capaz de monitorar, decidir e agir de forma articulada nos eventos hidrológicos (Ziga-Abortta *et al.*, 2025).

O presente trabalho se insere justamente nesse contexto. O objetivo deste artigo é aplicar o *framework* da *Environment Agency* (EPA, 2011) como instrumento de análise para o cenário de Porto Alegre, estruturando uma Agenda de Pré-requisitos Sistêmica. Busca-se, assim, fornecer um roteiro técnico objetivo para embasar a adoção de barreiras móveis no Cais Mauá, balizando de forma segura uma possível transição da proteção existente para a gestão ativa de risco de cheias na hipótese de substituição do Muro da Mauá por outro sistema, seja ele montável ou temporário. Diante da complexidade dessa substituição tecnológica, o presente estudo assume um caráter exploratório. Seu escopo delimita-se a diagnosticar de forma preliminar as exigências estruturais e organizacionais necessárias para viabilizar essa transição, garantindo que a busca por qualidade urbana não resulte em maior vulnerabilidade, elevando, assim, o risco de inundação da cidade.

METODOLOGIA

A metodologia adota uma abordagem qualitativa de aplicação diagnóstica, estruturada em cinco etapas articuladas, cujo fluxo é apresentado na Figura 1.

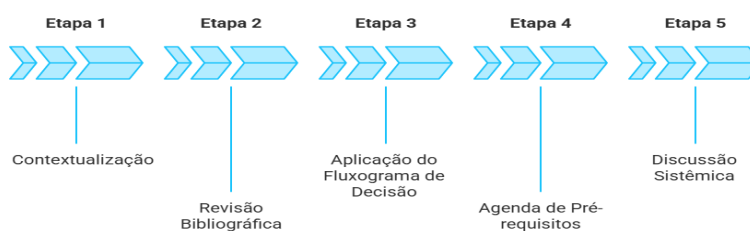


Figura 1 – Fluxo metodológico

A Etapa 1 consiste na contextualização do problema: caracterização do sistema de proteção de Porto Alegre. A Etapa 2 compreende a revisão bibliográfica, articulando o *framework* da *Environment Agency* (2011) com literatura internacional sobre a evolução das estratégias de defesa, sistemas de alerta e governança de risco. A Etapa 3 corresponde à aplicação qualitativa do fluxograma de decisão, percorrendo os nós decisórios com base em informações disponíveis sobre o contexto local. A Etapa 4 relaciona os desafios identificados em pré-requisitos estruturados. A Etapa 5 confronta esses pré-requisitos com a realidade institucional local em discussão sistêmica.

A escolha do fluxograma de decisão (*Framework da EA*) como instrumento metodológico central justifica-se por três atributos: i) trata-se de um instrumento de análise sequencial baseado em risco, compatível com estágios iniciais de avaliação de viabilidade; ii) expõe explicitamente os nós em que a capacidade organizacional é determinante; iii) constitui o estado da arte reconhecido internacionalmente para a tomada de decisão sobre sistemas de proteção não permanentes (montáveis e temporários). Destaca-se que este artigo não realiza modelagem hidrológica nem análise quantitativa de confiabilidade, essas atividades fazem parte da agenda de pré-requisitos que o trabalho propõe.

O FLUXOGRAMA DE DECISÃO: LÓGICA E ESTRUTURA

O fluxograma decisório sintetiza a lógica de análise para a adoção de sistemas de proteção não permanentes (barreiras móveis). A Figura 2 apresenta a tradução integral do fluxograma, o modelo reflete os três pilares da gestão de risco de inundações: evitar, mitigar e gerenciar. Essa progressão garante que a adoção de medidas provisórias ou o aceite do risco residual só ocorram após esgotadas as tentativas de proteção permanente e redução da vulnerabilidade local.

O roteiro é sequencial, no qual a validação de cada nó é condição necessária para progressão à seguinte. Destaca-se que a lógica de ramificação em cada nó negativa não representa encerramento definitivo do processo, mas redirecionamento para ações de melhoria, por exemplo: i) se o sistema de alerta for insuficiente, investe-se em sua melhoria antes de retomar a avaliação; ii) se a capacidade organizacional for inexistente, desenvolve-se essa capacidade antes de adquirir o produto.

Os quatro nós de decisão do fluxograma articulam dimensões complementares do problema e operam da seguinte forma:

- **Nó 1 - Viabilidade da proteção permanente:** avalia se uma solução permanente é técnica, econômica, ambiental e legalmente viável.
- **Nó 2 - Viabilidade e aceitabilidade local:** verifica se as opções temporárias ou desmontáveis são tecnicamente aplicáveis ao contexto e socialmente aceitáveis.

- **Nó 3 - Confiabilidade do sistema de previsão e alerta:** analisa a existência e a eficácia de sistemas capazes de antecipar o evento hidrológico com antecedência para a montagem segura das defesas.
- **Nó 4 - Capacidade organizacional:** envolve capacidade de cobertura ininterrupta, sistemas de *standby*, recursos humanos treinados, protocolos de mobilização e fechamento documentados e testados periodicamente, além dos mecanismos de melhoria contínua.

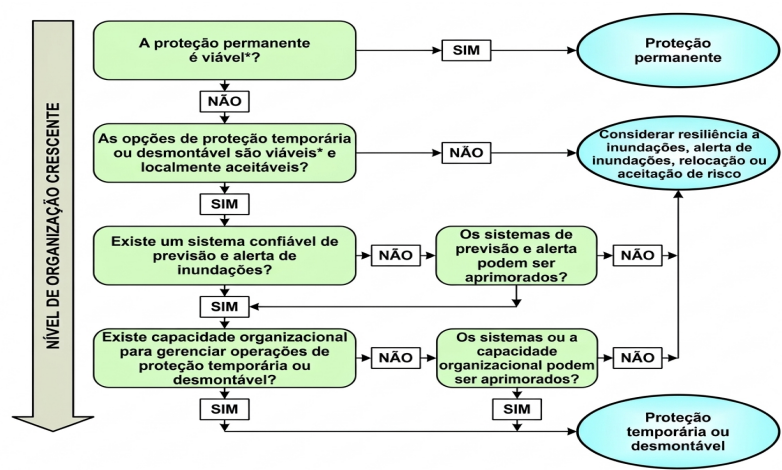


Figura 2 – Fluxograma de Decisão para Sistemas Temporários e Desmontáveis (barreiras móveis)
Fonte: traduzido de EPA,2011. *Nota: A viabilidade abordada no fluxograma engloba as esferas técnica, econômica, ambiental e legal.

Para materializar a metodologia, o presente estudo aplica o fluxograma de decisão ao sistema de proteção contra cheias de Porto Alegre em específico para o Cais Mauá. Historicamente com área urbana em zona suscetível a inundações pelas cheias do Guaíba, a cidade debate atualmente a adoção de barreiras móveis no projeto de revitalização do Cais Mauá (Convênio Interfederativo 2022). Para representar os nós do fluxograma em parâmetros aplicáveis a essa realidade, o passo seguinte da metodologia consiste na formulação da Agenda de pré-requisitos. A estruturação dos requisitos considera desde a viabilidade estrutural até as limitações de gestão a longo prazo. Esses fatores, somados à necessidade de confiabilidade em um sistema de previsão e alerta de cheias, formam a base das exigências propostas. A partir dessa estruturação, a seção seguinte discute os resultados da aplicação da proposta, evidenciando desafios técnicos e institucionais a serem superados no sistema de proteção contra cheias de Porto Alegre.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do modelo de análise à realidade do Cais Mauá revela que a viabilidade de um sistema de proteção não permanente em Porto Alegre transita por diferentes níveis de capacidade de gerenciamento. Ao analisar os quatro nós do fluxograma, o diagnóstico expõe desde garantias institucionais até desafios operacionais críticos.

● **Nó 1: A viabilidade política antecede a técnica - Resposta: NÃO**

O ponto de partida aqui é diferente da lógica clássica do fluxograma. Em Porto Alegre, a substituição da proteção permanente não é apenas uma hipótese em estudo, mas uma diretriz pactuada no Convênio Interfederativo de 2022. Esse “arcabouço regulatório” estabelece que o Muro da Mauá deve ser substituído por um sistema equivalente, conferindo à alternativa com barreira móvel uma legitimidade institucional prévia. Portanto, a condição de entrada do modelo já se encontra respaldada por decisão ou desejo, visto que, apesar da viabilidade técnica do sistema fixo existente, o exercício proposto neste trabalho é seguir com a condicionante da visão sócio-política.

● **Nó 2: A solução híbrida e o suporte físico - Resposta: SIM**

No aspecto técnico e de aceitabilidade, a proposta avança ao adotar uma solução híbrida, a construção de um passeio elevado (1,26m) atuará como fundação permanente. Essa elevação reduz a altura da barreira móvel necessária e, por consequência, o esforço e tempo de montagem. O ganho em reintegração visual da cidade com o Guaíba garante a aceitabilidade social requerida pelo nó. Portanto, trata-se de uma etapa condicionalmente viável, pendente apenas a validação topográfica detalhada.

● **Nó 3: A variável tempo e sistema de previsão, o gargalo hidrológico - Resposta: NÃO, e SIM, se assume que sistema de previsão e alerta de cheias pode se tornar confiável.**

Superada a barreira física, o desafio central transfere-se para a dinâmica hidrológica. O convênio designa o DMAE (Departamento Municipal de Águas e Esgoto) como responsável pelo monitoramento e acionamento, o que é uma possibilidade de melhorias para uma governança ativa. Contudo, a segurança do sistema não depende apenas da existência do monitoramento, mas de sua capacidade de garantir antecedência. Para que o isolamento de 2,6 km do Cais Mauá seja viável, a folga operacional (TF) deve ser estritamente positiva, obedecendo à relação da Figura 3.

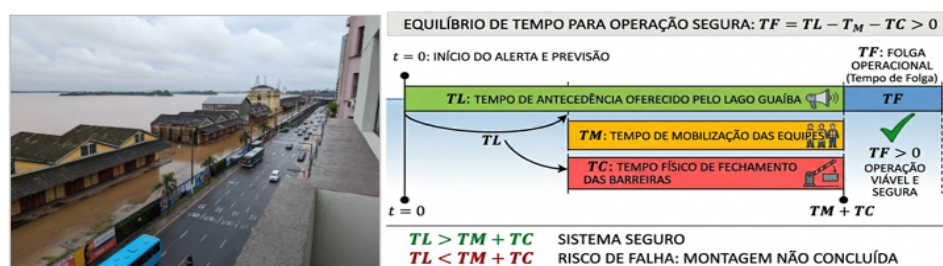


Figura 3 – Registro do Muro da Mauá em novembro de 2023 e Esquema de equilíbrio de tempo para operação segura de sistemas de proteção não permanentes. Fonte: Esquema Elaborado pelos autores, 2026

Destaca-se que a garantia do tempo de folga extrapola a simples instalação de réguas ou sensores, é necessário a estruturação de uma verdadeira inteligência antecipativa. O cenário atual de monitoramento é frequentemente caracterizado pela fragmentação: múltiplas plataformas e modelos de previsão operam em paralelo. Essa dispersão impõe um ruído severo à tomada de decisão dos gestores durante a janela crítica de ação. Para acionar o sistema com segurança, é preciso um

esforço técnico interinstitucional contínuo envolvendo DMAE, defesa civil e instituições técnicas. Sem essa colaboração na qualidade da informação, atrelada à quantificação histórica do comportamento do Guaíba, qualquer escolha tecnológica sobre o tipo de barreira permanece prematura.

- **Nó 4: Desafios entre o arranjo jurídico e a capacidade operacional - Resposta: Inconclusivo**

O Convênio Interfederativo 2022 cumpre o papel de criar o arcabouço jurídico da colaboração Estado-Município, exigindo a formulação de um Plano de Trabalho. Contudo, a distância entre o arranjo legal e a real prontidão operacional constitui o principal ponto de atenção do projeto. A cheia de maio de 2024 funcionou como um teste de estresse real, expondo que os maiores desafios enfrentados não estavam restritos à infraestrutura física, mas se estendiam às interfaces organizacionais, conforme apresentado por Collischonn *et. al* (2025, seção 4). Tal constatação é corroborada pela análise dos Planos de Contingência de Porto Alegre de 2022 e 2025, que indicam uma oportunidade concreta de aprimoramento: a incorporação de diretrizes operacionais específicas para o Sistema de Proteção Contra Cheias (SPCC) fortaleceria esse instrumento e tornaria a resposta institucional mais aderente à complexidade do sistema, especialmente após o desastre de 2024.

A integração do SPCC aos protocolos de contingência é considerada estruturante, uma vez que o status operacional do sistema de proteção altera substancialmente a dinâmica de enfrentamento ao desastre, sua inclusão explícita nos planos representa um avanço necessário para a eficácia diante de eventos extremos. Considerando que o sistema atual já impõe exigências relevantes de manutenção e resposta, a adoção de barreiras móveis, que requer operação ativa e montagem em tempo exíguo, eleva o patamar de exigência operacional. Portanto, para que Porto Alegre supere as exigências deste nó decisório, a implementação do Plano de Trabalho do Convênio 2022 precisa em conjunto com um rigor jurídico, prever a responsabilização dos responsáveis pelo sistema e consequências em caso de falha, e instituir uma cultura operacional rigorosa. O Nó 4 indica, portanto, que a maturação desse arranjo operacional é condição prévia à transição, a etapa que deve ser construída de forma planejada e progressiva (testada e validada).

DESDOBRAMENTO ANALÍTICO DA AGENDA DE PRÉ-REQUISITOS

A consolidação da Agenda demonstra que a viabilidade de sistemas móveis no Cais Mauá vai além da especificação técnica das barreiras. O sucesso operacional reside no equacionamento de cinco eixos interdependentes, expressão concreta da gestão ativa do risco, conforme Figura 4.



Figura 4 - Proposta de pré-requisitos para gestão ativa de cheias no Cais Mauá.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

Essa interdependência começa no Eixo A (Infraestrutura de assentamento), onde a estrutura de proteção deixa de ser um detalhe construtivo para se tornar a base da segurança. A construção do passeio elevado de 1,26 m atua como uma proteção passiva primária. É essa elevação permanente que viabiliza o sistema móvel, pois diminui a altura das barreiras que precisarão ser instaladas manualmente. Ao reduzir a área de barreira móvel, encurta-se o esforço logístico e o tempo físico de fechamento (TC). Contudo, a viabilidade física esbarra na variável tempo, tratada nos Eixos B e C (Inteligência antecipativa e monitoramento do sistema de alerta). A segurança do sistema depende de uma equação onde o tempo de antecedência (TL) do Guaíba supere o tempo de montagem. Para isso, não basta monitorar as variáveis hidrometeorológicas, é preciso ter previsões qualificadas com exatidão e maior antecipação possível. A construção de uma inteligência antecipativa unificada é o que garantirá uma tomada de decisão limpa, eliminando prognósticos divergentes que geram ruído e hesitação no momento do alerta.

Por sua vez, o alerta antecipado perde seu valor sem o Eixo D (Governança e logística operacional), que transpõe o arcabouço jurídico para a realidade operacional. É necessário definir a rota segura e permanente de transporte dos equipamentos, armazenamento das peças da barreira móvel próximo ao local de instalação, rigoroso controle e garantia da quantidade e qualidade das estrutura temporária, disponibilização a qualquer tempo das máquinas e equipamentos necessários, bem como a equipe capacitada para montagem e transporte. Finalmente, para evitar a falência organizacional evidenciada na cheia de 2024, o Eixo E (Cultura de simulações e ciclo de vida do projeto) impõe que o sistema não seja apenas adquirido, mas continuamente testado e com garantia de disponibilização compulsória dos recursos financeiros para manutenção e operação.

A necessidade de simulações anuais de montagem atua como um mecanismo de identificação de "falhas silenciosas" garante a memória institucional das equipes e população, consolidando a

prontidão como um indicador de desempenho inegociável em um cenário de concessão, assegurando que o sistema esteja pronto para o uso, mesmo após anos de inatividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A Agenda de Pré-requisitos Sistêmicos aqui proposta constitui um roteiro preliminar que adapta o *framework* da *Environment Agency* às condicionantes do Cais Mauá e Guaíba, destacando que a eficácia das barreiras móveis está condicionada à articulação dos cinco eixos interdependentes identificados. O diagnóstico aplicado revela que as condicionantes determinantes não residem na indisponibilidade tecnológica, mas na construção da competência institucional para gerenciar sistemas ativos de risco. A experiência da cheia de 2024 demonstrou que o fortalecimento entre alerta hidrológico e resposta operacional é o investimento de maior retorno para a segurança do sistema de proteção. Diante disso, a implementação do Plano de Trabalho do Convênio Interfederativo 2022 deve priorizar: (i) a consolidação de protocolos unificados de monitoramento entre DMAE, Defesa Civil e instituições de pesquisa; (ii) a definição prévia de rotas logísticas e critérios de interdição viária sob condições climáticas adversas; e (iii) a institucionalização de exercícios anuais de montagem que validem a equação de tempo de folga operacional antes da retirada definitiva da infraestrutura permanente.

Recomenda-se que a substituição do muro seja precedida pela validação progressiva das capacidades descritas nesta Agenda, com redução significativa das exigências operacionais adicionais que o sistema móvel introduz em relação à proteção existente, permitindo garantir tempos hábeis de mobilização (TM) e fechamento de barreiras (TC) passando de forma exaustiva por todas as possibilidades de problemas indicando requisitos, alternativas e responsável. Somente após a validação operacional dessa fase inicial deve-se proceder substituição do sistema para os 2,6 km do cais. Essa abordagem mitiga o risco de falência organizacional, garantindo que a busca por reintegração visual da orla não se traduza em vulnerabilidade hidráulica.

Por fim, a viabilidade definitiva das barreiras móveis depende menos da engenharia dos painéis desmontáveis e mais da construção de uma cultura de gestão ativa do risco, na qual a manutenção da prontidão operacional seja tratada como variável de desempenho inegociável, equivalente à própria altura das barreiras e aos prejuízos decorrentes da sua falha, que podem chegar em R\$ 4,3 bilhões como na inundação de 2024. E, destaca-se a urgência de modelagens hidrodinâmicas focadas na quantificação das taxas de ascensão do Guaíba para a parametrização exata da folga operacional (TF), bem como estudos aprofundados sobre a confiabilidade da rede de alerta ao futuro sistema e, simulações econômicas referentes aos custos de ciclo de vida e renovação dos ativos (OPEX) do sistema de barreiras móveis.

REFERÊNCIAS

- ALSHAIKH, R., ABDULMUNEM, S., & ALKINANI, A. (2023). "A Review on Urban Planning and Its Role in Managing Flood Risks". Urban Planning and Construction. <https://doi.org/10.55121/upc.v1i1.104>.
- BARENDRECHT, M.H., VIGLIONE, A. & BLOESCHL, G. (2017). "A dynamic framework for flood risk". Water Security, 1, 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2017.02.001>
- COLLISCHONN, W., FAN, F. M., POSSANTTI, I., DORNELLES, F., PAIVA, R., MEDEIROS, M. S., MICHEL, G. P., MAGALHÃES FILHO, F. J. C., MORAES, S. R., MARCUZZO, F. F. N., MICHEL, R. D. L., BESKOW, T. L. C., BESKOW, S., FERNANDES, E. H. L., SANTOS, L. L. DOS., RUHOFF, A., KOBAYAMA, M., COLLARES, G. L., BUFFON, F., PICCILLI, D. G. A. (2025). "The exceptional hydrological disaster of April-May 2024 in southern Brazil". RBRH , 30 , e1. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.302520240119>
- CHIU, Y.-Y.; RAINA, N.; CHEN, H.-E. "Evolution of Flood Defense Strategies: Toward Nature-Based Solutions". Environments 2022, 9, 2. <https://doi.org/10.3390/environments9010002>
- DRIESSEN, P. P. J., HEGGER, D. L. T., KUNDZEWICZ, Z. W., VAN RIJSWICK, H. F. M. W., CRABBÉ, A., LARRUE, C., MATCZAK, P., PETTERSSON, M., PRIEST, S., SUYKENS, C., RAADGEVER, G. T., & WIERING, M. (2018). "Governance Strategies for Improving Flood Resilience in the Face of Climate Change". Water, 10 (11), 1595. <https://doi.org/10.3390/w10111595>
- ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL / PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE / BNDES (2022). CONVÊNIO INTERFEDERATIVO DE COOPERAÇÃO — PPP DO CAIS MAUÁ. PORTO ALEGRE, MAIO DE 2022. <https://parcerias.rs.gov.br/cais-maua>
- ESRAZ-UL-ZANNAT, M., DEDEKORKUT-HOWES, A., & MORGAN, E. (2024). "A review of nature-based infrastructures and their effectiveness for urban flood risk mitigation". Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 15. <https://doi.org/10.1002/wcc.889>
- ENVIRONMENT AGENCY. (2011). "Temporary and Demountable Flood Protection Guide". Chapter 2: Framework for decision making. Page:13-19. Bristol: Environment Agency. Disponível: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/603376bce90e0766021bf14f/flood_protection_guide.pdf
- KUMARESEN, M., FANG, Y. T., SELVARAJOO, A., SIVAPALAN, S. & FALCONER, R. (2025). "Urban flood resilience with adaptive community approaches: a review. International Journal of River Basin Management. <https://doi.org/10.1080/15715124.2025.2511901>
- LEE, H., SONG, K., KIM, G., & CHON, J. (2021). Flood-adaptive green infrastructure planning for urban resilience. Landscape and Ecological Engineering, 17, 427 - 437. <https://doi.org/10.1007/s11355-021-00458-7>
- MANTOVANI, J.R et al, "Unprecedented flooding in Porto Alegre Metropolitan Region (Southern Brazil) in May 2024: Causes, risks, and impacts"Journal of South American Earth Sciences,Volume 160, 2025,105533,ISSN 0895-9811,<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2025.105533>
- RAŠKA, P. et al (2022). "Identifying barriers for nature-based solutions in flood risk management: An interdisciplinary overview using expert community approach". Journal of environmental management, 310, 114725 . <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114725>
- RIJKSWATERSTAAT, US ARMY CORPS OF ENGINEERS, ENVIRONMENT AGENCY & MLIT (2024). "International Handbook on Emergency Management for Flood Defences". <https://www.hkv.nl/wp-content/uploads/2025/02/International-handbook-on-emergency-management-for-flood-defence.pdf>
- SAMANSIRI, S., TERRENCE, F., AND BINGUNATH, I. (2023). "Critical Failure Factors of Flood Early Warning and Response Systems (FEWS): A Structured Literature Review and Interpretive Structural Modelling (ISM) Analysis" Geosciences 13, no. 5: 137. <https://doi.org/10.3390/geosciences13050137>
- VIEIRA, O. A. (2012). "A Revitalização do Cais Mauá - Por uma Outra Possibilidade". Revista Rosa Dos Ventos - Turismo E Hospitalidade, 4(1). <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/rosadosventos/article/view/1281>
- ZIGA-ABORTTA, M. et al. (2025). "Network governance: what two decades of social and institutional network research tell us about flood risk management". WIREs Water. <https://doi.org/10.1002/wat2.70034>