

CIÊNCIA CIDADÃ NA GESTÃO DE ENCHENTES URBANAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE METODOLOGIAS, APLICAÇÕES E DESAFIOS

CITIZEN SCIENCE IN URBAN FLOOD MANAGEMENT: A SYSTEMATIC REVIEW OF METHODOLOGIES, APPLICATIONS, AND CHALLENGES

FERREIRA, Lorena Rohrich¹ ; ROSA, Altair², MACHADO, Juliana³ & HOPPE, Holger⁴

RESUMO: Este artigo analisa as contribuições da ciência cidadã para a gestão de enchentes urbanas por meio de uma revisão sistemática da literatura conduzida segundo o protocolo PRISMA-ScR. O estudo teve como objetivo identificar as principais definições e terminologias associadas à ciência cidadã, mapear as metodologias empregadas em pesquisas sobre enchentes e riscos hidrológicos e analisar suas aplicações no planejamento urbano e na gestão de riscos. A busca foi realizada nas bases Scopus e Web of Science e, após as etapas de triagem e aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados 31 estudos para análise. Os resultados indicam que a ciência cidadã tem sido amplamente utilizada no monitoramento e mapeamento de enchentes, com destaque para o mapeamento participativo, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), modelagem hidrológica e uso de dados de redes sociais e plataformas digitais. Entretanto, a literatura também aponta desafios relacionados à qualidade e validação dos dados, à desigualdade no acesso e participação dos cidadãos e à integração das informações produzidas com sistemas institucionais de gestão. Conclui-se que a ciência cidadã representa uma estratégia promissora para integrar conhecimentos científicos e saberes locais, fortalecendo a governança colaborativa e subsidiando políticas públicas mais inclusivas, resilientes e territorialmente sensíveis para a gestão de enchentes. **Palavras-chave:** participação cidadã; desastres hídricos; planejamento urbano

ABSTRACT: This article analyzes the contributions of citizen science to urban flood management through a systematic literature review conducted in accordance with the PRISMA-ScR protocol. The study aimed to identify the main definitions and terminologies associated with citizen science, map the methodologies employed in research on urban flooding and hydrological risks, and analyze their applications in urban planning and risk management. The literature search was conducted in the Scopus and Web of Science databases, and after the screening process and application of the eligibility criteria, 31 studies were selected for in-depth analysis. The results indicate that citizen science has been widely used for flood monitoring and mapping, with emphasis on participatory mapping, Geographic Information Systems (GIS), hydrological modeling, and the use of data from social media and digital platforms. However, the literature also highlights challenges related to data quality and validation, inequalities in citizens' access and participation, and the integration of citizen-generated information into institutional management systems. It is concluded that citizen science represents a promising strategy for integrating scientific knowledge and local expertise, strengthening collaborative governance, and supporting more inclusive, resilient, and territorially informed public policies for urban flood management.

Key-words: Keywords: Citizen participation; hydrological disasters; urban planning

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. R. Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho, Curitiba - PR - (41) 3271-2623 - lorenarohrich@gmail.com

² Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. R. Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho, Curitiba - PR - (41) 3271-2623 - altair.rosa@pucpr.br

³ Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. R. Imaculada Conceição, 1155 - Prado Velho, Curitiba - PR - (41) 3271-2623 - julitoledomachado@gmail.com

⁴ Professor Doutor, Coordenador do Programa de Sustentabilidade e Gestão Ambiental da Technische Hochschule Ingolstadt (THI). Endereço: Esplanade 10, 85049 Ingolstadt-Altstadt Südost, Alemanha. Sala CN101 - (+49) 841 9348-2391 - E-mail: Holger.Hoppe@thi.de.

INTRODUÇÃO

A relação entre sociedade e natureza nunca foi simples ou estática, tendo se transformado ao longo da história, especialmente a partir da modernidade, quando se consolidou a crença de que, por meio da ciência, a humanidade seria capaz de dominar os processos naturais (Adorno apud Savi Neto, 2015). Essa visão, no entanto, mostra-se limitada diante da crise climática e dos problemas ambientais agravados nas últimas décadas. Nesse contexto, os desastres ambientais tornaram-se mais frequentes e intensos em escala global, sendo amplamente documentados por estudos científicos. Eventos como enchentes e inundações vêm atingindo diferentes regiões do mundo com impactos sociais, econômicos e ambientais significativos (Angelakis et al., 2023).

Ao longo do século XX e, sobretudo, nas primeiras décadas do século XXI, observa-se um aumento na frequência e intensidade desses eventos, associado à ação humana, especialmente aos processos de industrialização, urbanização, desmatamento e poluição, que contribuem para o aquecimento global e alterações nos ciclos hidrológicos (Hansen et al., 2006; Nobre, 2020). Nos espaços urbanos, esses efeitos se tornam ainda mais evidentes, uma vez que a impermeabilização do solo e a pressão sobre os sistemas naturais intensificam a ocorrência de enchentes e alagamentos, revelando fragilidades no planejamento urbano e na gestão ambiental.

Os impactos desses eventos não se distribuem de maneira homogênea. As enchentes e alagamentos atingem de forma mais severa populações em situação de vulnerabilidade socioambiental, geralmente localizadas em áreas com menor infraestrutura e maior exposição a riscos (Blaikie et al., 1994; Confalonieri, 2003; Deschamps, 2004). Nesse contexto, a desigualdade social escancara a forma desigual como esses impactos são vivenciados, evidenciando que a crise ambiental está profundamente articulada a questões sociais, econômicas e territoriais (Grazia e Queiroz, 2001).

Diante desse cenário, torna-se insuficiente compreender os desastres urbanos apenas a partir de abordagens técnicas ou baseadas exclusivamente em dados quantitativos. A complexidade desses fenômenos exige a incorporação de outras perspectivas, especialmente aquelas provenientes das populações diretamente afetadas. Nesse contexto, a ciência cidadã emerge como uma abordagem que busca integrar conhecimento científico e saberes locais, promovendo maior participação social na produção do conhecimento (Irwin, 1995; Dickinson, Zuckerberg e Bonter, 2010; Societize, 2014).

Apesar do crescente uso da ciência cidadã em diferentes áreas, ainda são limitadas as análises sistemáticas que investigam, de forma integrada, suas definições, metodologias e aplicações no contexto da gestão urbana de enchentes e alagamentos. Observa-se uma diversidade conceitual e metodológica que dificulta a compreensão de seu potencial na formulação de políticas públicas e na gestão de riscos climáticos em ambientes urbanos. Nesse sentido, torna-se necessário sistematizar e analisar criticamente essas contribuições.

Diante disso, este artigo realiza uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de: identificar definições e terminologias associadas à ciência cidadã; mapear metodologias utilizadas no monitoramento de enchentes urbanas; e analisar suas aplicações na gestão de drenagem urbana, destacando resultados e limitações.

METODOLOGIA DO ARTIGO

O presente estudo adotou como procedimento metodológico uma revisão sistemática da literatura, conduzida com base nas diretrizes do protocolo PRISMA-ScR (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*), com o objetivo de garantir rigor, transparência e reprodutibilidade na identificação, seleção e análise dos estudos (Page et al., 2021; Botelho et al., 2011).

A definição dos termos de busca foi precedida por uma etapa exploratória em artigos consolidados, resultando na seleção de 39 termos relacionados à ciência cidadã. As buscas foram realizadas nas bases Scopus e Web of Science, considerando artigos completos e revisões publicados em inglês, totalizando 22.016 registros. Após a remoção de duplicatas e triagem inicial no software Rayyan, foram mantidos 12.793 documentos para análise.

A triagem foi conduzida com base em critérios de elegibilidade alinhados aos objetivos da pesquisa, priorizando estudos relacionados à participação cidadã, monitoramento ambiental, riscos climáticos e planejamento urbano. Após essa etapa, 176 artigos foram selecionados para análise de conteúdo, sendo posteriormente reduzidos a 58 para leitura aprofundada. A amostra final foi composta por 31 estudos diretamente relacionados à aplicação da ciência cidadã em contextos de enchentes, riscos climáticos e gestão urbana.

A análise foi orientada por três eixos principais: conceitos e terminologias, metodologias e aplicações da ciência cidadã na gestão urbana. As informações foram sistematizadas, permitindo a identificação de padrões, tendências e lacunas na literatura.

Por fim, destacam-se algumas limitações do método, como a restrição às bases selecionadas e ao idioma inglês, além de possíveis vieses decorrentes do uso de filtros e ferramentas automatizadas, ainda que mitigados por análise manual.

CONCEITOS E TERMINOLOGIAS

A análise dos artigos evidencia que a ciência cidadã é um conceito plural, cujas definições variam conforme o enfoque teórico e metodológico. De modo geral, é compreendida como a participação de indivíduos não especialistas em atividades científicas, em colaboração com pesquisadores, atuando em etapas como coleta, análise e interpretação de dados (Bono et al., 2023).

A literatura também apresenta diferentes terminologias associadas à ciência cidadã. O *crowdsourcing* refere-se à coleta distribuída de dados por um grande número de indivíduos, especialmente em contextos de emergência (Wan et al., 2014; Horita et al., 2015). Já o *Volunteered Geographic Information* (VGI) diz respeito à produção voluntária de dados georreferenciados por cidadãos, amplamente utilizada no mapeamento de riscos hidrológicos (Zook et al., 2010; Schelhorn et al., 2014; Vieweg et al., 2010 apud Fazeli et al., 2015).

Outra abordagem recorrente é o *participatory sensing*, no qual cidadãos atuam como “sensores humanos”, registrando dados ambientais em tempo real (Frigerio et al., 2017; Wolff, 2021). Além disso, a modelagem participativa envolve a colaboração entre cidadãos, pesquisadores e gestores na construção de modelos hidrológicos e urbanos, contribuindo para a simulação de cenários e apoio à decisão (Tripathy et al., 2023; Petersson et al., 2020).

Por fim, a ciência cidadã também incorpora dimensões sociais e políticas, sendo associada ao engajamento público e à participação em processos de gestão de risco, especialmente em contextos de vulnerabilidade (Nardi et al., 2022).

METODOLOGIAS ASSOCIADAS À CIÊNCIA CIDADÃ

A análise dos estudos selecionados evidencia a adoção de diferentes metodologias no âmbito da ciência cidadã, especialmente voltadas ao monitoramento, mapeamento e compreensão de eventos hidrológicos em áreas urbanas. Entre as abordagens mais recorrentes, destaca-se o mapeamento participativo, no qual cidadãos contribuem com informações sobre ocorrências de enchentes e alagamentos, permitindo a construção de bases de dados mais detalhadas e contextualizadas. Essa metodologia possibilita o registro de eventos em tempo real e amplia a

cobertura espacial das informações, especialmente em regiões onde os sistemas oficiais de monitoramento são limitados.

O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG/GIS) também aparece de forma significativa nos estudos analisados, sendo frequentemente integrado às práticas de ciência cidadã. Por meio dessa ferramenta, os dados coletados pelos participantes podem ser organizados, visualizados e analisados espacialmente, contribuindo para a identificação de áreas de risco e para o apoio à tomada de decisão no planejamento urbano (Zook et al., 2010; Schelhorn et al., 2014, apud Fazeli et al., 2015). A integração entre dados georreferenciados e contribuições cidadãs fortalece a capacidade analítica dos estudos, permitindo a construção de diagnósticos mais precisos.

Outra metodologia recorrente é a modelagem, especialmente em sua vertente participativa, na qual cidadãos, pesquisadores e gestores colaboram na construção e validação de modelos hidrológicos e urbanos. Essa abordagem possibilita a simulação de cenários e a análise de diferentes estratégias de intervenção, contribuindo para a gestão de riscos e para o planejamento de ações preventivas (Tripathy., 2023; Petterson et al., 2020).

Além disso, observa-se o uso crescente de dados provenientes de redes sociais como fonte complementar de informação. Postagens, imagens e relatos compartilhados por usuários são utilizados para identificar e monitorar eventos de enchentes em tempo real, ampliando a capacidade de resposta e oferecendo uma visão mais dinâmica dos fenômenos (Vieweg et al., 2010, apud Fazeli, 2025). Essa abordagem reforça o potencial das tecnologias digitais na ampliação das formas de participação cidadã e na produção de dados distribuídos.

O quadro abaixo sintetiza as metodologias utilizadas pelos autores e evidencia que muitos estudos adotam combinações metodológicas, articulando abordagens qualitativas, participativas, computacionais e baseadas em dados cidadãos. Essa pluralidade demonstra que o conhecimento técnico atinge seu maior potencial quando integrado às experiências, percepções e saberes das comunidades afetadas, reforçando a natureza interdisciplinar e híbrida da ciência cidadã aplicada a enchentes e riscos hídricos.

Tabela 01 - Metodologias utilizadas pelos autores

Metodologia	Definição de Ciência Participativa
Análises de redes sociais	Uso de dados de plataformas sociais para identificar eventos e impactos.
Entrevistas	Métodos qualitativos como entrevistas e <i>grounded theory</i> .

GIS / Análises geoespaciais	Análises espaciais usando GIS para identificar padrões, densidades e sobreposições.
Mapeamento participativo	Construção colaborativa de mapas com participação comunitária e integração com GIS.
Modelagem e simulação (incl. SWMM)	Modelos hidrológicos e hidráulicos, incluindo SWMM, para prever e simular inundações.
Observação direta / Monitoramento <i>in situ</i>	Registros diretos, fotografias e medições feitas em campo.
Oficinas / Co-criação / Workshops	Sessões colaborativas para produzir e validar informações.
Pilotos / Testes de campo	Implementações experimentais e testes práticos.
Plataformas digitais / Aplicativos	Infraestruturas digitais, aplicativos e sistemas em nuvem.
Questionários / Formulário	Coleta estruturada de dados por formulários e questionários.
Sensores físicos	Uso de sensores e instrumentos para medir variáveis hidrológicas.
Visão computacional / <i>Machine Learning</i>	Uso de inteligência artificial, deep learning e visão computacional.

Fonte: Autora, 2025.

Essa combinação entre metodologias tradicionais e inovadoras não apenas enriquece os resultados científicos, mas também reforça a importância da ciência cidadã como ferramenta de democratização do monitoramento ambiental e da gestão de risco hídricos. Modelos computacionais tornam-se mais precisos quando alimentados por dados locais e dados voluntários ganham legitimidade ao passarem por processos de curadoria técnica e validação colaborativa. A literatura, porém, aponta para um movimento contínuo de maturação metodológica, no qual se reconhece que as metodologias possuem limitações e desafios.

APLICAÇÕES DA CIÊNCIA CIDADÃ NA GESTÃO DE DRENAGEM URBANA E NO ENFRENTAMENTO DE ENCHENTES

Os estudos analisados demonstram que a ciência cidadã tem se consolidado como uma ferramenta estratégica na formulação de políticas públicas e no aprimoramento das práticas de

gestão de drenagem urbana, especialmente em contextos marcados por escassez de dados, vulnerabilidade socioambiental e desafios institucionais. De modo geral, observa-se que a participação cidadã contribui para aprimorar modelos hidrológicos, fortalecer processos decisórios, ampliar a comunicação de riscos e apoiar intervenções relacionadas a enchentes e alagamentos em áreas urbanas

Nesse sentido, o mapeamento participativo tem se destacado como uma abordagem relevante, ao possibilitar a coleta de informações detalhadas sobre redes de drenagem e características territoriais que, muitas vezes, não estão disponíveis em bases institucionais. Essa contribuição permite o aprimoramento de análises e modelos, especialmente em contextos com limitações de dados, ampliando a precisão das avaliações de risco (Petersson et al., 2020). Além disso, a coprodução de mapas e ferramentas visuais fortalece a comunicação entre cientistas, gestores e população, tornando os processos decisórios mais acessíveis e alinhados às necessidades locais (Cheung e Feldman, 2019).

A literatura também evidencia o papel da ciência cidadã na construção de arranjos mais colaborativos de governança. Iniciativas de modelagem participativa demonstram que o conhecimento produzido em conjunto entre especialistas e comunidades pode ser incorporado diretamente em instrumentos de planejamento, contribuindo para a elaboração de soluções mais contextualizadas e eficazes (Landström et al., 2011). Nesse contexto, a participação cidadã ultrapassa a função de coleta de dados e passa a integrar processos mais amplos de produção e validação do conhecimento.

Além disso, em situações de eventos extremos, a ciência cidadã tem se mostrado relevante tanto na resposta emergencial quanto na reconstrução pós-desastre. Campanhas participativas contribuem para identificar falhas na comunicação, avaliar ações locais e fortalecer a resiliência comunitária, permitindo que as populações aprendam com eventos anteriores e aprimorem suas estratégias de adaptação (Llasat-Botija et al., 2025). O uso de tecnologias digitais também amplia essas possibilidades, ao permitir que cidadãos atuem como sensores distribuídos no território, contribuindo com dados em tempo real sobre alagamentos e enchentes (Dell'Acqua e De Vecchi, 2017).

De forma geral, os estudos indicam que a ciência cidadã contribui diretamente para a identificação de áreas críticas, padrões de vulnerabilidade e dinâmicas territoriais associadas a eventos hidrológicos, subsidiando decisões relacionadas ao planejamento urbano e à gestão de riscos (Opach et al., 2023). Assim, ao integrar metodologias participativas, tecnologias digitais e ferramentas analíticas, a ciência cidadã amplia a capacidade institucional de monitorar, planejar e

responder a desastres, consolidando-se como um elemento relevante na construção de políticas urbanas mais democráticas e territorialmente informadas.

As limitações e desafios encontrados pelos autores

Apesar dos avanços proporcionados pela ciência cidadã, a literatura analisada evidencia um conjunto de limitações que precisam ser consideradas em sua aplicação, especialmente no contexto da gestão urbana e de eventos hidrológicos. Um dos principais desafios refere-se à qualidade e à confiabilidade dos dados produzidos pelos participantes. Como a coleta é realizada por indivíduos com diferentes níveis de conhecimento técnico, pode haver inconsistências, imprecisões ou lacunas nas informações, o que exige processos adicionais de validação e tratamento dos dados.

Outra limitação recorrente diz respeito à desigualdade na participação. Nem todos os grupos sociais possuem o mesmo acesso a tecnologias, conectividade ou condições de engajamento, o que pode resultar em uma representação desigual dos territórios e das populações afetadas. Dessa forma, áreas mais vulneráveis, que muitas vezes são também as mais impactadas por enchentes e alagamentos, podem ser sub-representadas nos dados produzidos, o que compromete a abrangência e a equidade das análises.

Além disso, os estudos apontam desafios técnicos relacionados à integração dos dados gerados pela ciência cidadã com sistemas institucionais e ferramentas tradicionais de monitoramento. A compatibilização de formatos, escalas e padrões de qualidade pode dificultar o uso desses dados em processos formais de planejamento e tomada de decisão. Também são mencionadas limitações associadas à continuidade dos projetos, uma vez que muitas iniciativas dependem do engajamento voluntário, que pode variar ao longo do tempo.

Diante desses aspectos, a literatura destaca que, embora a ciência cidadã apresente grande potencial, sua aplicação requer estratégias que considerem essas limitações, buscando garantir maior qualidade dos dados, inclusão social e integração com políticas públicas e sistemas de gestão existentes.

Considerações Finais

A análise realizada ao longo deste estudo evidencia que a ciência cidadã tem se consolidado como uma abordagem relevante para a compreensão e o enfrentamento de enchentes em contextos urbanos, especialmente ao integrar saberes locais, tecnologias digitais e métodos científicos. Ao

ampliar a produção de dados e incorporar a participação ativa da população, essa abordagem contribui para diagnósticos mais sensíveis às realidades territoriais, fortalece a comunicação de riscos e amplia as possibilidades de planejamento e gestão da drenagem urbana. Nesse sentido, a ciência cidadã não apenas complementa os sistemas tradicionais de monitoramento, mas também promove uma reconfiguração nas formas de produzir conhecimento, aproximando ciência e sociedade na construção de respostas mais contextualizadas e eficazes.

Por outro lado, os resultados também indicam que a adoção da ciência cidadã ainda enfrenta desafios importantes, relacionados à qualidade e validação dos dados, à desigualdade na participação e às dificuldades de integração com estruturas institucionais. Tais limitações evidenciam a necessidade de avanços metodológicos, tecnológicos e, sobretudo, institucionais, que reconheçam e incorporem de forma mais consistente os conhecimentos produzidos pela população. Assim, mais do que uma ferramenta complementar, a ciência cidadã se apresenta como um caminho promissor para o desenvolvimento de políticas urbanas mais inclusivas, resilientes e alinhadas às complexidades socioambientais contemporâneas.

REFERÊNCIAS

ANGELAKIS, Andreas N. et al. Flooding events in historical and modern times: causes, impacts, and mitigation strategies. **Water**, v. 15, n. 4, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/4/738>.

BLAIKIE, P.M.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. Routledge, London, 1994.

BONO, Carlo; MÜLÂYIM, Mehmet Oğuz; CAPPIELLO, Cinzia; CARMAN, Mark James; CERQUIDES, Jesus; FERNANDEZ-MARQUEZ, Jose Luis. A citizen science approach for analyzing social media with crowdsourcing. *IEEE Access*, v. 11, p. 15329-15347, 2023. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3243791.

BOTELHO, L. L. R.; et al. O método da Revisão Integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011. DOI <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>. Disponível em: <https://www.gestoesociedade.org/gestoesociedade/article/view/1220>. Acesso em: 25 abr. 2022

CERTEAU, Michel de. **A invenção do cotidiano: 1. Artes de fazer**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

COHN, J. P. Citizen Science: can volunteers do real research? **BioScience**, v. 58, n.3, p. 192–197, 2008. Disponível em: <https://encurtador.com.br/zi8u9>. Acesso em: 23 ago. 2023

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 193-204, 2003.

DESCHAMPS, Marley Vanice. **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. 2004. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DICKINSON, Janis L.; ZUCKERBERG, Benjamin; BONTER, David N. Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 41, n. 1, p. 149-172, dez. 2010. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636.

FAZELI, Hamid Reza; SAID, Mohamad Nor; AMERUDIN, Shahabuddin; ABD RAHMAN, Muhammad Zulkarnain. *A study of volunteered geographic information (VGI) assessment methods for flood hazard mapping: a review*. **Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)**, v. 75, n. 10, 2015, 127–134. DOI: 10.11113/jt.v75.5281

DI FELICE, Massimo. (2025). Do comunicar para o habitar: as contribuições dos povos originários para a construção de uma ideia conectiva de comunicação. *MATRIZES*, 19(3), 11-33. <https://doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v19i3p11-33>

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Fac símile digitalizado (Manuscritos). São Paulo: Instituto Paulo Freire, 1968.

FRIGERIO, Simone; BIANCHIZZA, Chiara; SCHENATO, Luca; DEL BIANCO, Daniele. A mobile application to engage citizens and volunteers: crowdsourcing within natural hazard.

Rendiconti Online della Società Geologica Italiana, v. 42, p. 70-72, 2017. DOI:

10.3301/ROL.2017.17. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/315849216_A_mobile_application_to_engage_citizens_and_volunteers_Crowdsourcing_within_natural_hazard#fullTextFileContent. Acesso em: 16/07/2025.

GEBREMEDHIN, Eskedar T.; BASCO-CARRERA, Laura; JONOSKI, Andreja; ILIFFE, Mark; WINSEMIUS, Hessel. **Crowdsourcing and interactive modelling for urban flood management**. *Journal of Flood Risk Management*, v. 13, n. 3, 2020.

GINZBURG, Carlo. **Mitos, emblemas, sinais: morfologia e história**. Tradução de Federico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

GRAZIA, Grazia de; QUEIROZ, Lêda Lúcia R. F. **A sustentabilidade do modelo urbano brasileiro: um desafio**. Rio de Janeiro: Fase / Ibase, 2001.

HANSEN, James E. et al. Dangerous human-made interference with climate: a GISS modelE study. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 103, n. 39, p. 14288–14293, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0606291103>.

HORITA, Flávio E. A.; ALBUQUERQUE, João Porto de; DEGROSSI, Livia C.; MENDIONDO, Eduardo M.; UEYAMA, Jó. **Development of a spatial decision support system for flood risk management in Brazil that combines volunteered geographic information with wireless sensor networks**. *Computers & Geosciences*, v. 80, p. 84–94, 2015.

IRWIN, Alan. **Citizen science : a study of people, expertise and sustainable development**. London: Routledge, 1995. ISBN 0415115485, 0415130107.

LANDSTRÖM, Catharina; WHATMORE, Sarah J.; LANE, Stuart N.; ODoni, Nicholas A.; WARD, Neil; BRADLEY, Susan. Coproducing flood risk knowledge: redistributing expertise in critical “participatory modelling”. **Environment and Planning A**, v. 43, p. 1617–1633, 2011.

MASKREY, Shaun A.; MOUNT, Nick J.; THORNE, Colin R. Doing flood risk modelling differently: evaluating the potential for participatory techniques to broaden flood risk management decision-making. **Journal of Flood Risk Management**, v. 15, n. 1, 2022.

NARDI, Fernando; CUDENNEC, Christophe; ABRATE, Tommaso; ALLOUCH, Candice; ANNIS, Antonio; ASSUMPÇÃO, Thaine; AUBERT, Alice H.; BÉROD, Dominique; BRACCINI, Alessio Maria; BUYTAERT, Wouter; DASGUPTA, Antara; HANNAH, David M.; MAZZOLENI, Maurizio; POLO, Maria J.; SÆBØ, Øystein; SEIBERT, Jan; TAURO, Flavia; TEICHERT, Florian; TEUTONICO, Rita; UHLENBROOK, Stefan; VARGAS, Cristina Wahrmann; GRIMALDI, Salvatore. *Citizens and hydrology (CANDHY): conceptualizing a transdisciplinary framework for citizen science addressing hydrological challenges*. **Hydrological Sciences Journal**, v. 67, n. 16, p. 2534–2551, 2022.

NOBRE, Carlos A. Geleiras derretendo, espécies extintas e novas epidemias: Carlos Nobre explica por que vivemos uma catástrofe climática. **Universidade Federal do Paraná (UFPR)**, 2020. Disponível em:

<https://ufpr.br/geleiras-derretendo-especies-extintas-e-novas-epidemias-carlos-nobre-explica-por-que-e-vivemos-uma-catastrofe-climatica/>. Acesso em: 20 out. 2025.

OPACH, T.; ROD, J. K.; NAVARRA, C.; NESET, T. S.; WILK, J.; CRUZ, S. S.; JOLING, A. *Identifying relevant volunteered geographic information about adverse weather events in Trondheim using the CitizenSensing participatory system*. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2023.

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. (2021) The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. PLoS Med 18(3): e1003583. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>

PETERSSON, Louise; TEN VELDHUIS, Marie-Claire; VERHOEVEN, Govert; KAPELAN, Zoran; MAHOLI, Innocent; WINSEMIUS, Hessel C. *Community mapping supports comprehensive urban flood modeling for flood risk management in a data-scarce environment*. Frontiers in Earth Science, v. 8, 2020.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A universidade no século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da universidade**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2005. 120 p.

SAVI NETO, P. Educação e dever de memória: as possibilidades de emancipação na sociedade de mercado. **Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade, Salvador**, v. 28, n. 54, p. 111–124, 2019. DOI: 10.21879/faeeba2358-0194.2019.v28.n54.p111-124. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/faeeba/article/view/6184>. Acesso em: 5 maio. 2026.

SOCIENTIZE CONSORTIUM. **Green Paper on Citizen Science**. [S.l.] European Commission, 2013.

TRIPATHY, Shrabani Sailaja; CHAUDHURI, Sautrik; MURTUGUDDE, Raghu; MHARTE, Vedant; PARMAR, Dulari; PINTO, Manasi; ZOPE, P. E.; DIXIT, Vishal; GHOSH, Subimal. *Analysis of Mumbai floods in recent years with crowdsourced data*. **Mumbai: Indian Institute of Technology Bombay**, 2023.

WAN, Zhanming; HONG, Yang; KHAN, Sadiq; GOURLEY, Jonathan; FLAMIG, Zachary; KIRSCHBAUM, Dalia; TANG, Guoqiang. A cloud-based global flood disaster community cyber-infrastructure: Development and demonstration. **Environmental Modelling & Software**, p. 86-94, 2014.

WOLFF, Erich; FRENCH, Matthew; ILHAMSYAH, Noor; SAWAILAU, Mere Jane; RAMÍREZ-LOVERING, Diego. *Collaborating with communities: citizen science flood monitoring in urban informal settlements*. **Urban Planning**, v. 6, n. 3, 2021.