

INDICADORES DE EFICIÊNCIA DE INTERVENÇÕES FÍSICO- ESTRUTURAIS PARA MITIGAÇÃO DE RISCOS CAUSADOS POR INUNDAÇÕES

Rubiana Catafesta Ramos – rubianacramos@gmail.com

Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA/FURB) – Universidade Regional de Blumenau

Rua Brasil, n. 41

89.165-613 – Rio do Sul /Santa Catarina

Haline Depiné Anesi – hali_ne@hotmail.com

Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA/FURB) – Universidade Regional de Blumenau

Joel Dias da Silva – joels@furb.br

Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA/FURB) – Universidade Regional de Blumenau

Resumo: Inundações são desastres naturais frequentes em diversas regiões do mundo, causando perdas materiais e humanas. Ocupação desordenada do solo, bem como, a ocorrência recorrente de tempestades podem potencializar a incidência de tais eventos. Embora medidas estruturais, como diques e barragens, sejam implementadas para mitigar os impactos, a proteção completa da população e das propriedades, muitas vezes, não é garantida. Assim, a efetividade destas estratégias deve ser continuamente avaliada. Nesse contexto, os indicadores surgem como ferramentas essenciais. Objetivase, portanto, identificar um conjunto de indicadores aplicáveis na avaliação das intervenções físico-estruturais para mitigação de riscos causados por inundações, tomando-se como base, municípios de Santa Catarina constantemente afetados por tais eventos. Dentre os procedimentos, realizou-se um levantamento bibliográfico e documental, abrangendo o período de 2011 a 2023, utilizando termos relacionados a: Indicadores, Gestão de Risco e Desastres. A pesquisa foi limitada à publicações em Português, Inglês e Espanhol, excluindo estudos fora do escopo proposto. Os resultados identificaram indicadores socioambientais que podem ser utilizados como instrumentos de planejamento, flexíveis e adaptáveis, e que foram propostos e validados para uso no diagnóstico e na melhoria contínua das estratégias de gestão de riscos e desastres naturais. Tais indicadores apresentam o potencial de auxiliar na formulação de estratégias mais eficazes e na prevenção de futuros desastres.

Palavras-chave: Inundações; Riscos; Mitigação; Indicadores.



EFFICIENCY INDICATORS OF PHYSICAL-STRUCTURAL INTERVENTIONS IN MITIGATING RISKS CAUSED BY FLOODS

Abstract: Floods are frequent natural disasters in different regions of the world, causing material and human losses. The disordered occupation of land, as well as the recurring occurrence of storms, can increase the incidence of such events. Although structural measures, such as dikes and dams, are implemented to mitigate impacts, complete protection of the population and properties is often not guaranteed. Therefore, the effectiveness of these strategies must be continually evaluated. In this context, indicators emerge as essential tools. The objective, therefore, is to identify a set of indicators applicable in the evaluation of physical-structural interventions to mitigate risks caused by floods, taking as a basis, municipalities in Santa Catarina constantly affected by such events. Among the procedures, a bibliographic and documentary survey was carried out, covering the period from 2011 to 2023, using terms related to: Indicators, Risk Management and Disasters. The search was limited to publications in Portuguese, English and Spanish, excluding studies outside the proposed scope. The results identified socio-environmental indicators that can be used as flexible and adaptable planning instruments, and which were proposed and validated for use in the diagnosis and continuous improvement of risk and natural disaster management strategies. Such indicators have the potential to assist in formulating more effective strategies and preventing future disasters.

Keywords: Flooding; Risks; Mitigation; Indicators.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de sua história, o estado de Santa Catarina tem enfrentado, com maior frequência, eventos adversos de diversos tipos (CEPED, 2023), cujos impactos sobre as sociedades passaram a servir de indicadores da capacidade de adaptação ao ambiente natural e construído, em resposta às recentes mudanças climáticas (SUNG, 2016; RIBEIRO, 2020).

De acordo com Magnago et al., (2021), os desastres naturais em Santa Catarina resultam da interação complexa de fatores hidro-meteorológicos e climatológicos, como chuvas, temperatura, pressão atmosférica, massas de ar, latitude, altitude, vegetação e relevo (SANTOS, 2007). Essas condições interligadas são sensíveis à alterações e podem causar consequências devastadoras, incluindo danos socioambientais, inundações e deslizamentos. Esses eventos afetam infraestruturas essenciais, como gasodutos, estradas e portos (SIEBERT, 2017). No Estado, destaca-se a alta prevalência de desastres hidrológicos como as inundações, e geológicos, como o movimento de massa. Em 2008, por exemplo, o Vale do Itajaí sofreu perdas econômicas e sociais substanciais devido às chuvas intensas (SALVADOR et al., 2021), enchentes e múltiplos deslizamentos, que resultaram em 135 mortos e milhares de afetados em 60 municípios (MAGNANO et al., 2021; FORSTER 2019).

Importante ressaltar que as inundações não necessariamente são apenas desastres naturais, principalmente quando se fala de drenagem urbana. Segundo Tucci (2001) o processo de urbanização contribui para o aumento significativo no número de ocorrência das inundações, na produção de sedimentos e também na deterioração da qualidade da água. Para Mendonça e Santis (2000), quando há uma ocupação “desordenada” das áreas próximas às margens de um rio, ocorre a modificação do processo de infiltração de água no solo, devido à impermeabilização da bacia hidrográfica. Em função disto, conforme os autores, há o aumento do escoamento da água pela superfície, aumentando as vazões acima da capacidade da rede de drenagem e provocando as inundações durante o período das chuvas. Para suprir a necessidade de crescimento das cidades, as áreas naturais são ocupadas e as paisagens modificadas, interferindo, também, na proteção dos recursos hídricos.

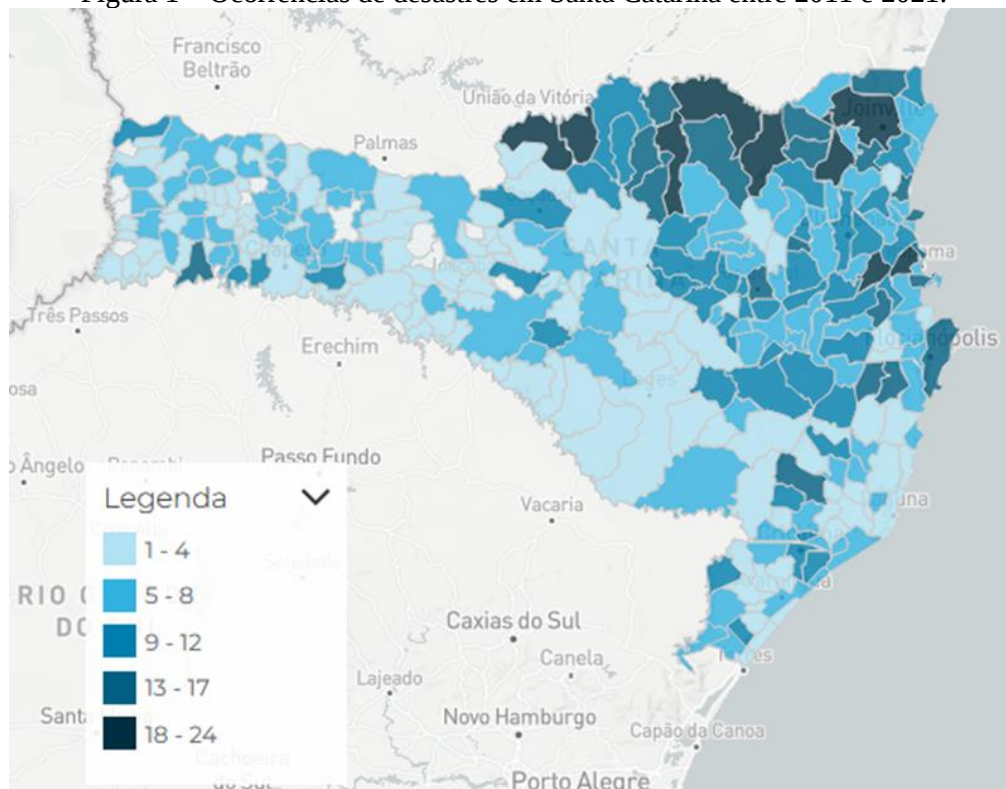


Pontes, aterros, drenagens inadequadas e obstruções do escoamento junto a condutos e assoreamento, são os principais causadores no aumento do número de inundações.

De acordo com Cooke e Doornkamp (1990), os fatores que são responsáveis por inundações são divididos em transitórios (ocorrência de chuvas, taxa de evapotranspiração e saturação do solo), permanentes (características morfométricas e geologia da bacia) e mistos (uso e ocupação do solo), e devem ser observados com igual importância para obtenção de uma gestão de riscos eficiente e efetiva.

Neste sentido, tornar cidades resilientes a desastres é uma das prioridades em diversos países ao redor do mundo (FERENTZ, 2020). De acordo com o Atlas Digital de Desastres no Brasil (CEPED, 2023), em Santa Catarina, entre o período de 2011 a 2021, foram registradas 1.816 ocorrências de desastres, com 62 óbitos, 529.790 desabrigados e desalojados, resultando num prejuízo de R\$ 5,48 bilhões. A distribuição espacial dos desastres ocorridos entre os anos de 2011 e 2021 pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 – Ocorrências de desastres em Santa Catarina entre 2011 e 2021.



Fonte: CEPED (2023)

A Gestão de Riscos e Desastres tem sido crucial e deve abranger diversas áreas setoriais, concentrando-se em cinco etapas principais: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação (PINHEIRO, 2019). As ações devem ser implementadas rapidamente para minimizar danos, especialmente perdas humanas, e a recuperação visa melhorar e restaurar o ambiente afetado (SUNG, 2020). Instrumentos como a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, compartilhada entre União, Estados e Municípios, são fundamentais para reduzir riscos, aumentar a conscientização e preparar respostas (BRASIL, 2012; UNISDR, 2016).

É relevante destacar que as ações preventivas de mitigação têm como objetivo diminuir os potenciais impactos, tanto em termos de frequência quanto de intensidade, abrangendo dois conjuntos de medidas: estruturais e não estruturais (SUNG, 2020).



Diversas medidas estruturais têm sido necessárias para reduzir as vulnerabilidades locais, incluindo a construção de barragens, diques, revegetação de encostas para conter a erosão, instalação de gradis de proteção, construção de muros de contenção e implementação de sistemas de canalização de águas pluviais (PRANDEL, 2019). Tais medidas podem ser categorizadas de acordo com critérios distintos: medidas extensivas, que visam modificar a relação entre precipitação e vazão na bacia hidrográfica, e medidas intensivas, que atuam diretamente nos rios (VIANA, 2016). A avaliação desempenha um papel crucial no planejamento e gestão dos riscos e desastres urbanos (FERENTZ, 2020). No entanto, sua medição pode ser complexa devido à variedade de variáveis envolvidas, que muitas vezes carecem de definições claras no campo de pesquisa. Além disso, há dificuldades na determinação e agrupamento de indicadores, e a falta de validação empírica para os diversos índices derivados dela (LAM et al., 2016). Portanto, persiste a necessidade de desenvolver indicadores mais bem elaborados, que possam atuar como instrumentos de avaliação eficazes para lidar com os riscos e desastres (MENONI et al., 2012).

Neste sentido, o objetivo deste artigo é identificar os indicadores socioambientais que têm sido utilizados como instrumentos de planejamento, com destaque para as etapas de proposição e validação de indicadores flexíveis e adaptáveis ao estudo.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa baseou-se na análise de trabalhos já publicados, tendo como questão norteadora: “indicadores de eficiência das intervenções físico-estruturais na mitigação de riscos causados por inundações”. Foram empregadas três bases de dados: *Scielo*, *Science Direct* e *EBOSC*. Nestas bases, foram realizadas buscas combinando três a três os termos listados no Quadro 1.

QUADRO 1 – Termos utilizados para a localização de artigos para a revisão sistemática através da combinação dos termos.

Fonte: os autores (2024)

Indicadores	Ambiental	Gestão de Risco e Desastres Mitigação Intervenções Físico- Estruturais Drenagem Urbana Inundações <i>risk and disaster management</i>
Indicators	Environmental	<i>Mitigation physical structural interventions urban drainage floods</i>

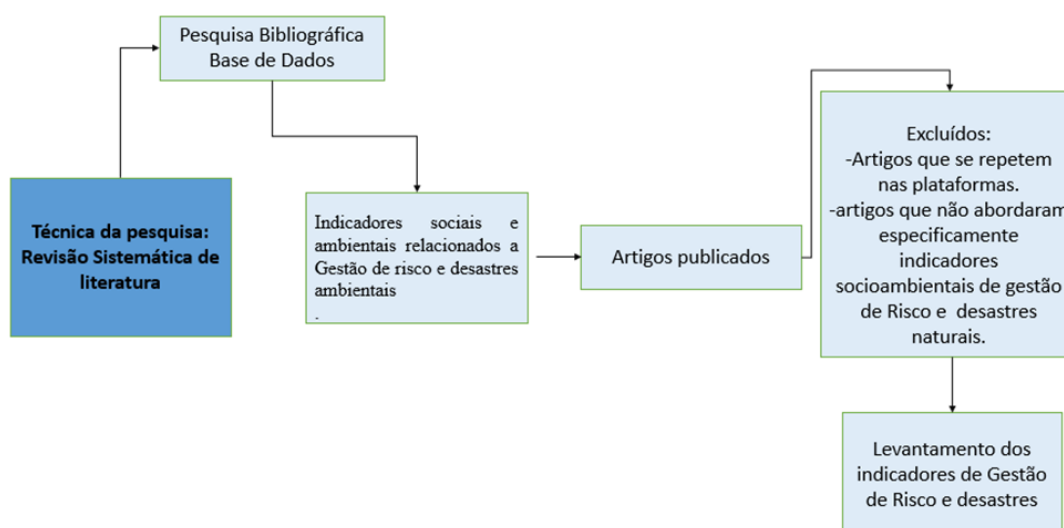
Os termos da coluna esquerda foram combinados com os termos da coluna do meio e todos os termos da coluna da direita usando o operador "AND", garantindo que os resultados contivessem ambos os termos buscados, ou seja, abordassem temas relacionados às duas categorias de conceitos. Optou-se por combinar os termos de conceitos distintos, utilizando o operador lógico "AND", a fim de garantir a inclusão de publicações relevantes que não se limitassem apenas a assuntos relacionados à Indicadores e seus derivados, nem apenas à Gestão de Risco e Desastres e seus correlatos.



Foram analisados somente os trabalhos que abordavam simultaneamente os três assuntos. Não foram realizadas buscas com combinações maiores, pois considerou-se que os termos relacionados a indicadores tendem a ser utilizados como sinônimos ou em contextos semelhantes. Assim, a inclusão de mais termos na busca com o operador "AND" poderia apenas restringir o número de publicações encontradas, sem necessariamente servir como um filtro eficaz para o conteúdo estudado.

Além dos termos mencionados, foram estabelecidos critérios de filtragem com base no ano de publicação, exigindo que os artigos estivessem publicados entre 1º de janeiro de 2016 até o presente momento. Outro critério foi a exclusão de artigos de revisão de literatura, uma vez que o objetivo deste estudo é analisar tendências existentes, não revisar avaliações sobre essas tendências. O idioma dos artigos também foi considerado para a mineração de dados, com inclusão apenas daqueles em língua portuguesa e inglesa. Após definir os termos e realizar a pesquisa, foi essencial filtrar os resultados para selecionar apenas os artigos pertinentes ao objetivo deste estudo. Este filtro (Figura 2) foi feito a partir da ferramenta disponível na plataforma para refinar resultados limitando o assunto. Em seguida, foram levantados os objetivos dos trabalhos selecionados e agrupados para identificar e discutir os indicadores socioambientais utilizados no planejamento. Destaca-se a atenção dada às etapas de proposição e validação de indicadores flexíveis e adaptáveis ao contexto do estudo.

Figura 2 - Fluxograma contendo as etapas da metodologia.



Fonte: Autores (2023).

Na última etapa, após a revisão dos textos foi elaborado uma tabela com o levantamento dos indicadores, bem como os respectivos autores da pesquisa. Dessa forma, foi realizada uma discussão sobre os resultados apresentados e as possibilidades de utilização dos indicadores no cenário brasileiro, de forma a contribuir com a gestão de risco e desastres naturais.

3. RESULTADOS

Com a realização do levantamento, foi possível verificar que a base com maiores números de publicação, a partir das palavras-chave, o total encontrado foi de 1237 artigos. Com base na revisão realizada de modo sistematizado, propõe-se nesta pesquisa um conjunto de indicadores socioambientais constituído por indicadores sem apresentação de equacionamentos, considerando-se as bases utilizadas para análise dos termos escolhidos em português, conforme Tabela 1 e os termos escolhidos em Inglês conforme a Tabela 2.



Tabela 1 - Publicações encontradas com a combinação dos termos escolhidos em português

Termos de Busca	Artigos Encontrados nas Bases de Dados		
	ScienceDirect	Scielo	EBSCO
Indicadores AND Ambiental AND Gestão de Risco e Desastres	2	0	22
Indicadores AND Ambiental AND Mitigação	3	0	21
Indicadores AND Ambiental AND Intervenções Físico-estruturais	0	1	3
Indicadores AND Ambiental AND Drenagem Urbana	0	3	15

Fonte: Autores (2024)

Tabela 2 - Publicações encontradas com a combinação dos termos escolhidos em inglês

Termos de Busca	Artigos Encontrados nas Bases de Dados		
	ScienceDirect	Scielo	EBSCO
<i>Indicators AND environmental AND risk and disaster management</i>	185	2	105
<i>Indicators AND environmental AND Mitigation</i>	106	2	77
<i>Indicators AND environmental AND physical structural interventions</i>	88	0	38
<i>Indicators AND environmental AND urban drainage</i>	141	1	41
<i>Indicators AND environmental AND floods</i>	401	2	48

Fonte: Autores (2024)

Primariamente foram eliminados 745 trabalhos que foram reconhecidos como duplicatas ou fora do escopo durante a fase de pesquisa. Além disso, alguns artigos estavam fora do intervalo de tempo especificado, que abrange de 2016 a 2023. Após essa primeira etapa de filtragem, foram retirados os artigos que não estavam disponíveis nos idiomas desejados (português e inglês), resultando em um total de 315 publicações. Procedeu-se a uma filtragem com base nos títulos, visando reter apenas os artigos pertinentes aos objetivos do trabalho.

Após essa segunda filtragem, restaram um total de 180 publicações. Em seguida, realizou-se uma terceira filtragem, desta vez com base no conteúdo dos resumos de cada publicação. Este procedimento se justifica pelo fato de que, muitas vezes, embora os títulos dos artigos aparentem estar relacionados aos conceitos estudados, seus objetivos e descrições podem diferir do esperado. Como resultado desta segunda filtragem, restaram 28 publicações para avaliação. Antes de proceder à análise e interpretação de cada um dos artigos restantes, foi realizada uma última etapa de filtragem com base no texto completo de cada artigo.



Os artigos foram examinados, e aqueles que não se enquadravam diretamente no escopo do presente estudo de revisão de literatura foram descartados. Assim, este trabalho selecionou um total de 4 publicações para uma análise mais detalhada.

3.1 Análise dos trabalhos

Quando se trata da seleção de processos e medidas para controle, mitigação e avaliação da eficácia das intervenções estruturais, a utilização de metodologias que englobam diversas características pode se tornar complexa.

De uma maneira geral, ao se observar os 28 artigos avaliados anteriormente a seleção final, nota-se que estudos selecionados que abordam essas características de forma abrangente frequentemente se concentram na área de drenagem urbana. Isso ocorre principalmente porque tais métodos têm a capacidade de simplificar a análise em situações que envolvem múltiplos critérios, objetivos e interesses.

Os termos mais frequentemente utilizados em conjunto nos trabalhos avaliados foram “urbanização”, “drenagem urbana” e “escoamento superficial”, isso pode indicar um foco nas alterações no balanço entre infiltração e escoamento superficial, resultantes das intervenções no uso e ocupação do solo provocadas pelo processo de urbanização desordenada. Dentro do escopo dos estudos que se debruçaram sobre as inundações, observou-se também que a temática das mudanças climáticas está frequentemente ligada ao crescimento e à transformação do ambiente urbano. Esse vínculo sugere que os fenômenos climáticos, como chuvas intensas e eventos extremos, exacerbam os problemas de drenagem nas áreas urbanas, elevando a vulnerabilidade das cidades a inundações. As inundações foram abordadas na maioria dos casos como desafios que não apenas refletem questões de gestão das bacias hidrográficas, mas que também exigem uma integração de políticas urbanas e ambientais. Levando-se a concluir que o gerenciamento eficiente das bacias hidrográficas se torna crucial, considerando a interação complexa entre urbanização, mudanças climáticas e os riscos associados a inundações. Essa perspectiva destaca a necessidade de um planejamento urbano sustentável que contemple tanto a mitigação das consequências das mudanças climáticas quanto a adaptação às novas realidades impostas por essas transformações ambientais.

Cada método de decisão e avaliação está fundamentado em premissas distintas, devido às diferentes funções no processo ou sistemas de valores. Essa diversidade de abordagens muitas vezes torna desafiador alcançar um consenso ou compromisso entre eles. Apesar de compartilharem várias características comuns, apresentam peculiaridades que orientam os objetivos dos estudos, conforme demonstrado no Quadro 2.

Quadro 02 - Artigos relacionados com gestão na drenagem Urbana

METODOLOGIA	OBJETIVO
Novaes (2016)	Avaliação de desempenho de drenagem Urbana
Mendonça e Souza (2019)	Desenvolvimento de metodologia para avaliação
Mani et al., (2019)	Estrutura para gestão quantitativa do escoamento urbano
Yang e Chui (2018)	Desenvolveram um método para comparar desempenho hidrológico

Fonte: Autores (2024)

Em suma, a complexidade, variabilidade e incerteza associadas ao tema representam desafios significativos na definição e utilização de indicadores eficazes. É importante abordar essas dificuldades com abordagens flexíveis e adaptativas, reconhecendo as limitações e incertezas inerentes a esse campo.



Os artigos apresentaram uma metodologia inovadora para a definição de indicadores, permitindo assim a obtenção de um dimensionamento preciso e eficiente. Essa abordagem oferece uma base sólida para a avaliação e o monitoramento, garantindo que os indicadores reflitam fielmente as condições analisadas.

De acordo com Novaes (2016), a metodologia proposta para a avaliação global de sistemas de drenagem urbana destaca-se por sua fácil aplicação, permitindo uma análise clara e eficiente dos aspectos positivos e negativos desses sistemas. O método se mostra pertinente e apresenta resultados consistentes com estudos anteriores, como os de Milograna, Moura, Brito e Castro. A seleção dos critérios de avaliação, realizada com a consulta de especialistas em gestão de águas pluviais urbanas, foi uma etapa crucial, assegurando uma avaliação detalhada dos sistemas, sejam eles clássicos ou alternativos. Sendo que Mendonça (2019) também destacou que os métodos multicritério TOPSIS e ELECTRE-TRI foram utilizados e demonstraram ser satisfatórios, com o TOPSIS se destacando pela simplicidade de aplicação e o ELECTRE-TRI pela sua capacidade de permitir ajustes detalhados nos critérios de decisão. Para aprimorar a metodologia, foram sugeridas adaptações como a aplicação a novos estudos de caso, o uso de outros métodos de auxílio à decisão, a criação de um banco de dados de critérios, a inclusão da população de jusante na avaliação, e a adaptação dos critérios econômicos para uma abordagem focada nos prejuízos evitados pela implantação dos sistemas de drenagem.

Mani et al., (2019) propuseram uma estrutura abrangente para a gestão quantitativa do escoamento urbano, com o objetivo de avaliar a resposta das bacias hidrográficas urbanas a eventos de chuva e identificar medidas de controle de águas pluviais de baixo impacto que possam mitigar o escoamento e as inundações. A estrutura desenvolvida incorpora um modelo de otimização de três objetivos, que visa minimizar o volume de escoamento nas saídas das bacias e nos nós de inundação, reduzir os custos de implementação e manutenção, e mitigar a redução do desempenho de serviço desses sistemas. Assim, a estrutura apresentada por Mani et al., (2019) destaca-se como uma abordagem eficaz para a gestão de águas pluviais em áreas urbanas, oferecendo uma solução otimizada para o controle do escoamento superficial e a mitigação de inundações.

O estudo de Yang e Chui (2018), por sua vez, propõe um método e uma ferramenta para a avaliação rápida do desempenho hidrológico de diversas práticas de Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID), essenciais na fase preliminar de projetos urbanos. Três práticas de LID amplamente utilizadas — telhados verdes, células de bioretenção e valas de infiltração - foram examinadas sob diferentes cenários de tempestades utilizando o Modelo de Gestão de Águas Pluviais (SWMM). Os resultados foram apresentados na forma de curvas de desempenho, que facilitam a escolha das práticas mais adequadas conforme as metas hidrológicas estabelecidas.

Entre os artigos analisados, o enfoque recaiu na utilização de práticas de gestão na drenagem urbana como estratégia para mitigar os impactos dos desastres ambientais. A drenagem urbana foi destacada devido à sua relevância na redução de inundações e outros efeitos adversos causados por eventos climáticos extremos. Esses estudos ressaltam a importância de implementar soluções estruturais e não estruturais que possam melhorar a capacidade das áreas urbanas de lidar com grandes volumes de água, minimizando os danos socioambientais e econômicos associados a esses desastres.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que seja possível a identificação das regiões mais vulneráveis aos riscos socioambientais. A partir dessa identificação, será viável apresentar estimativas de probabilidade de risco e perigo, utilizando índices de vulnerabilidade e resiliência. Esses índices são fundamentais para compreender a capacidade das comunidades de resistirem e se recuperarem de eventos adversos. Os dados coletados permitirão elaborar diretrizes para a mitigação dos riscos. Essa mitigação será alcançada por meio da gestão de parcerias entre diversas instituições envolvidas.



A colaboração entre governos, organizações não governamentais, empresas privadas e a comunidade é essencial para formar comunidades seguras, resilientes e sustentáveis. Além da segurança e resiliência, essas diretrizes também focarão no desenvolvimento econômico local. Ao criar um ambiente mais seguro e sustentável, as comunidades podem atrair investimentos, gerar empregos e melhorar a qualidade de vida dos residentes. O desenvolvimento econômico, aliado à resiliência socioambiental, contribui para uma sociedade mais equitativa e próspera.

A integração de esforços para a coleta e análise de dados, a formulação de políticas públicas e a execução de ações concretas permitirá enfrentar os desafios socioambientais de maneira eficaz. Essa abordagem holística visa não apenas a proteção contra riscos, mas também o fortalecimento das comunidades, promovendo um desenvolvimento sustentável que beneficia a todos. Em suma, a identificação das regiões vulneráveis e a subsequente implementação de estratégias de mitigação através da cooperação institucional são passos cruciais para criar comunidades mais seguras e resilientes. Esse processo não só protege contra riscos imediatos, mas também promove um crescimento econômico sustentável e inclusivo, garantindo um futuro melhor para todos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ALTO VALE DO ITAJAÍ - MAVI. Dados do Alto Vale do Itajaí. 2014. Disponível em: <<https://www.amavi.org.br>>. Acesso em: 17 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ALTO VALE DO ITAJAÍ - AMAVI. Demografia histórico populacional. 2016. Disponível em: <<https://amavi.org.br/municipios-associados/demografia>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

BRASIL. Política Nacional de Defesa Civil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. 2007. Disponível em: <<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>>>. Acesso em: 08 de mar./2023.

BRASIL. Política Nacional de Defesa Civil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/P8_Elos_BookPesquisa_SUL_Atualizado.pdf>. Acesso em: 09 de mar./2020.

CASTRO, A. L. C. Manual de planejamento em defesa civil. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 1999.

COOKE, R. U., DOORNKAMP, J. C. Geomorphology in environmental management. Oxford: Claredon Press, 1990, 410 p.

FERENTZ, L.M.S.; FONSECA, M.N.; PINHEIRO, E.G. “Gestión de riesgo de desastres y los planes municipales de contingencia: estudio de caso en el municipio de Palmeira/PR”, Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, 2020.

FORSTER, A. Estudo numérico de inundações no Alto Vale do Itajaí – SC. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.



LAM, N.S.N. et al. Measuring Community Resilience to Coastal Hazards along the Northern Gulf of Mexico. *Natural Hazards Review*, v.17, n.1, p. 1-23, 2016.

MAGNAGO, R. F. Et al. Desastres naturais no estado de Santa Catarina – 1998 a 2019. *Mix Sustentável, Florianópolis*, v.7, n.4, p.105-114, set. 2021

MANI, M.; BOZORG-HADDAD, O.; LOÁICIGA, H. A new framework for the optimal management of urban runoff with low-impact development stormwater control measures considering service-performance reduction. *Journal of Hydroinformatics*, v. 21, p. 727 – 744, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.2166/hydro.2019.126>>.

MENDONÇA, E. C.; SOUZA, M. A. A. Uma metodologia multiobjetivo e multicritério para avaliação de desempenho de sistemas de drenagem urbana. 2020.

MENDONÇA, Francisco de Assis, SANTIS, Dirce Grando Díaz. Impactos de inundações em áreas urbanas: o caso de Francisco Beltrão/PR. *RA'E GA-O espaço geográfico em análise*, v. 4, 2000

MENONI, S. et al. Assessing multifaceted vulnerability and resilience in order to design risk-mitigation strategies. *Natural Hazards*, v. 64, n. 3, p. 2057-2082, 2012.

MOURA, J. M. B.; VIEIRA, R.; BOHN, N. Barragem de Contenção de Cheias e Políticas Públicas: o caso de Ituporanga – Santa Catarina, Brasil. *Sustentabilidade em Debate - Brasília*, v. 6, n. 3, p. 70-88, set/dez 2015.

PINHEIRO, E. G. Orientações para o planejamento em proteção e defesa civil: plano estadual de proteção e defesa civil. Curitiba: FUNESPAR, 2019.

PRANDEL, J. Análise dos programas governamentais voltados para a redução de riscos e recuperação pós-desastres na região serrana do estado do Rio de Janeiro. in *Redução de Riscos de Desastres*. Rio de Janeiro: Atena, 2019.

RIBEIRO, J. Referentes para práticas educativas com tecnologia da informação e comunicação mediadas por profissionais da defesa civil na gestão de riscos de desastres. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Fundação Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2020.

SALVADOR, C.G.; et al. Caracterização do desastre ocorrido em dezembro de 2020 na região do Alto Vale do Itajaí. *Anais: XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2021. Disponível em: <<https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13313>>. Acesso em 08 mar. 2023.

SANTA CATARINA. Obras do pacto nas barragens do Vale do Itajaí vão dobrar capacidade de vazão da água. *Web Imprensa do Governo do Estado de Santa Catarina*, 2013. Disponível em: <<https://www.defesacivil.sc.gov.br/noticias/barragens-oeste-e-sul-tem-capacidade-aumentada-de-armazenamento/>>. Acesso em: nov. 2022.

SANTA CATARINA. Defesa Civil. Gestão de riscos. 2015. Disponível em: <<https://www.defesacivil.sc.gov.br/municipios/gestao-de-risco-o-que-e/>>. Acesso em: 08 de mar./2023.



SANTA CATARINA. Taió - Abertura do canal extravasor da Barragem Oeste ajuda a proteger a população diante das chuvas intensas. Disponível em: <<https://www.sc.gov.br/noticias/fotos/noticias/taio-abertura-do-canal-extravasor-da-barragem-oeste-ajuda-a-proteger-a-populacao-diante-das-chuvas-intensas/taio-abertura-do-canal-extravasor-da-barragem-oeste-ajuda-a-proteger-a-populacao-diante-das-chuvas-intensas-25588>>. Acesso em 22 nov./2022.

SANTA CATARINA. Estudo preparatório para o projeto de prevenção e mitigação de desastres na Bacia do Rio Itajaí relatório final volume I - sumário executivo. 2011. Disponível em: <<https://www.aguas.sc.gov.br>>. Acesso em 08 mar. 2023.

SANTOS, Alexandre Evangelista; DE OLIVEIRA ROCHA, Isa. O modelo de tecnificação da política estadual de defesa civil em Santa Catarina: a trajetória do projeto JICA e os desastres ambientais no Vale do Itajaí. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 58, 2021.

SIEBERT, C. Mudanças climáticas e desastres naturais em Santa Catarina: impactos socioterritoriais e avaliação das políticas públicas. Universidade Regional de Blumenau, 2017, p. 22.

SUNG, C. L. Construção social de prevenção, mitigação e proteção frente a eventos climáticos extremos com atores locais: uma experiência no município de Araranguá, SC. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. CFH. Departamento de Geociências. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.

TONET, C. Blog de Carlos Tonet: Jornal de Blumenau (2011). Disponível em: <<https://carlostonet.wordpress.com/2011/09/09/como-formulei-o-palpito-de-que-a-enchente-poderia-ser-menor-do-que-o-previsto/>>. Acesso em 01 nov/2022.

TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes em: Hidrologia - Ciência e Aplicação. 2 ed. UFRGS, ABRH: Porto Alegre, 2001.

UNISDR, United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Annual Report. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction. 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil da Universidade Federal de Santa Catarina Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012: volume Brasil. Florianópolis: UFSC-CEPED, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO - USP. Gestão local de desastres naturais para atenção básica. São Paulo: USP, 2016. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/37492/2/Curso%20AB.pdf>>. Acesso em 19 mai.2022.

VIANA, V. J. Gestão de risco de desastres no Brasil: leitura das estratégias locais de redução de riscos de inundação em Nova Friburgo, RJ. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Departamento de Meio Ambiente. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

YANG, Y.; CHUI, T. F. M. Rapid Assessment of Hydrologic Performance of Low Impact Development Practices under Design Storms. Journal of the American Water Resources Association, v. 54, n. 3, p. 613–630, 2018.

