

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

KLÍSTENES ÁLEX OLIVEIRA DOS SANTOS

**DRENAGEM URBANA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

Cajazeiras-PB
2024

KLÍSTENES ÁLEX OLIVEIRA DOS SANTOS

**DRENAGEM URBANA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Bruno de Medeiros Souza.

Cajazeiras-PB
2024

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

S237d Santos, Klístenes Álex Oliveira dos.
Drenagem urbana em municípios brasileiros : uma revisão de literatura / Klístenes Álex Oliveira dos Santos.– 2024.
19f. : il.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil.) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2024.
Orientador(a): Prof. Me. Bruno de Medeiros Souza.
1. Planejamento urbano. 2. Gestão de águas pluviais. 3. Drenagem urbana. 4. Inundações. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 69.034.96(043.2)


KLÍSTENES ÁLEX OLIVEIRA DOS SANTOS

DRENAGEM URBANA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS: UMA REVISÃO DE LITERATURA


Trabalho de Conclusão de Curso, sob forma de artigo, submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 08 de agosto de 2024.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **BRUNO DE MEDEIROS SOUZA**
Data: 17/08/2024 18:11:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bruno de Medeiros Souza – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **GASTAO COELHO DE AQUINO FILHO**
Data: 17/08/2024 19:20:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gastão Coelho de Aquino Filho – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

Documento assinado digitalmente
 **KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS**
Data: 17/08/2024 18:48:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 2

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Artigo apresentado à coordenação do curso como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

DRENAGEM URBANA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

KLÍSTENES ÁLEX OLIVEIRA DOS SANTOS

klistenes17@gmail.com

BRUNO DE MEDEIROS SOUZA

bruno.medeiros@ifpb.edu.br

RESUMO

As inundações representam um desafio persistente atualmente, principalmente devido ao desenvolvimento urbano desordenado, que necessita de um planejamento eficaz em saneamento e gestão de águas pluviais. Este artigo se propõe a analisar criticamente essa problemática por meio de uma revisão sistemática da literatura, utilizando as bases de dados Scopus e Web of Science para obter artigos relacionados com a temática e construir um quadro destacando tanto os problemas identificados quanto as possíveis soluções. Foram definidas seis etapas (definição das bases de dados, palavra-chave, filtros, exclusão dos artigos duplicados, leitura dos títulos e compatibilidade com a temática) nas quais, após seguidas, obtiveram-se os artigos. Ao revisar os artigos, nota-se que determinadas regiões estão suscetíveis a inundações. Foi gerado um gráfico que ilustra as regiões mais utilizadas para estudos e com mais publicações, sendo o Sudeste, Nordeste e Sul destacando-se nos números, ressaltando a urgência de medidas específicas para proteger essas áreas vulneráveis. Entre os principais problemas identificados, destaca-se a impermeabilização do solo, o crescimento populacional desenfreado e a limitação dos sistemas de gestão de águas pluviais. Diante disso, torna-se evidente a necessidade de elaborar estratégias concretas que abordem tanto as causas quanto as consequências das inundações. Essa abordagem sistemática permite uma compreensão mais profunda sobre os fatores que contribuem para as inundações e oferece um ponto de partida para a implementação de medidas preventivas e adaptativas. Ao unir análise crítica com propostas de ação, este estudo visa contribuir para a construção de comunidades mais resilientes e sustentáveis diante dos desafios do clima em constante mudança.

Palavras-Chave: planejamento; drenagem urbana; inundações; soluções.

ABSTRACT

Floods represent a persistent challenge today, mainly due to disorderly urban development, which requires effective planning in sanitation and stormwater management. This article aims to critically analyze this issue through a systematic review of the literature, using the Scopus and Web of Science databases to obtain articles related to the topic and build a table highlighting both the identified problems and possible solutions. Six stages were defined (definition of databases, keywords, filters, exclusion of duplicate articles, reading of titles and compatibility with the theme) in which, after following, the articles were obtained. When reviewing the articles, it is noted that certain regions are susceptible to flooding. A graph was generated that illustrates the regions most used for studies and with the most publications, with the Southeast, Northeast and South standing out in the numbers, highlighting the urgency of specific measures to protect these vulnerable areas. Among the main problems identified, soil sealing, unrestrained population growth and limited rainwater management systems stand out. Given this, the need to develop concrete strategies that address both the causes and consequences of floods becomes evident. This systematic approach allows for a deeper understanding of the factors that contribute to flooding and provides a starting point for implementing preventative and adaptive measures. By combining critical analysis with proposals for action, this study aims to contribute to the construction of more resilient and sustainable communities in the face of the challenges of the constantly

changing climate.

Keywords: planning; urban drainage; flood; solutions.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, à medida que iniciou a produção do seu próprio alimento através da atividade agrícola, a ocupação de regiões localizadas próximas às margens dos rios vai se tornando uma constante. De forma geral, todo o processo de urbanização deriva-se de tal situação que, acrescido ao acelerado crescimento populacional e à ausência de planejamento, podem ocasionar diversos impactos ambientais, segundo Pessôa *et al.* (2022).

As inundações são exemplos desses impactos, que de forma negativa, assolam a sociedade de uma forma geral. As mesmas podem ter suas origens a partir de fatores naturais e antrópicos, bem como das suas combinações. A exemplos de fatores naturais, tem-se a localização geográfica de algumas cidades (principalmente costeiras) que favorecem assim, o processo de inundação, bem como a ocorrência de precipitações extremas (Oliveira; Ferreira; Estevam, 2021). O assoreamento dos rios, o desmatamento das matas ciliares, o uso e ocupação do solo de forma desordenada são fatores antrópicos que também contribuem de forma negativa para a ocorrência desse fenômeno. Conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), entre 2008 e 2012 aproximadamente 1.543 municípios foram atingidos por enchentes em todo o Brasil.

Dessa forma, as inundações, apesar de suas causas serem oriundas de ações antrópicas e naturais, de acordo com Pessôa *et al.* (2022), uma parcela considerável delas é potencializada pelo somatório de diversas ações humanas. As inundações geram danos imensuráveis à sociedade e ao meio ambiente. De acordo com Parra e Teixeira (2020) as áreas urbanas, por possuírem um elevado índice de impermeabilização, são mais suscetíveis às mesmas, gerando conseqüentemente, perdas materiais e humanas.

Conforme relatado por Gomes e Cavalcante (2012), aproximadamente 5.000 vidas foram tragicamente perdidas devido a enchentes no Brasil, destacam alguns desastres ocasionados por inundações em território brasileiro: no Estado do Piauí, nos meses de março e maio de 2009, houve precipitações muito além do previsto, resultando em extensos danos, tanto sociais, quanto econômicos. Na Cidade de Sorocaba, localizada no Estado de São Paulo, devido ao transbordamento do Rio Sorocaba, pelo menos 60 famílias tiveram que abandonar suas residências, como relatado pela CNN Brasil (2023); por fim, na Região Sul do Rio Grande do Sul, durante o mês de setembro de 2023, diversas cidades também foram assoladas pelos efeitos danosos de inundações. Fortes chuvas resultaram em um registro de 110 mm de precipitação em apenas 24 horas, conforme noticiado pelo jornal G1 no mesmo ano (Portal G1-RS, 2023), levando a 417 municípios atingidos e mais de 1,4 milhões de pessoas afetadas pelas fortes chuvas de acordo com Agência Senado (2024). Nesse ínterim, é importante destacar que, de acordo com dados divulgados por Ito (2022), cerca de 9,5 milhões de brasileiros residem em áreas de risco, sujeitas a impactos como deslizamentos, enchentes e outros desastres naturais. Esses dados revisitam o risco iminente a que diversas famílias estão sujeitas, e que, caso não sejam tomadas providências a título de políticas públicas, ocorrerão em mais perdas de vidas humanas.

Nesse contexto, destaca-se a lei n.º 14.026 (Brasil, 2020), que atualizou o marco legal do saneamento básico brasileiro. Essa lei estabelece diversas diretrizes a serem seguidas para a universalização dos serviços de saneamento básico, dentre os quais a drenagem urbana figura como um dos componentes. Pelo Novo Marco, a prestação dos serviços deve se dar com “eficiência” e “sustentabilidade econômico-ambiental”, exigindo, portanto, ajustes nos sistemas atuais para atender essas premissas.

Os efeitos danosos das inundações assolam tanto os municípios de regiões litorâneas quanto os localizados em zonas interioranas. Porém, como relatado por Lima, Lopes e Façanha (2019), a carência de recursos, acrescida à ausência de planejamento e ainda a características políticas atrasadas, potencializam ainda mais as causas e os efeitos danosos do fenômeno da inundação nessas localidades. Como exemplo, pode-se citar o Município de Lavras da Mangabeira, no Estado do Ceará, que está localizado a 434 km da capital Fortaleza e inserido na Região Cariri Cearense. O município se estende por uma área de 945,263 km² e possui uma população de 30.802 pessoas, uma densidade demográfica de 32,59 hab./km², conforme o último censo do IBGE (2022). É cortado pelo Rio Salgado e teve sua

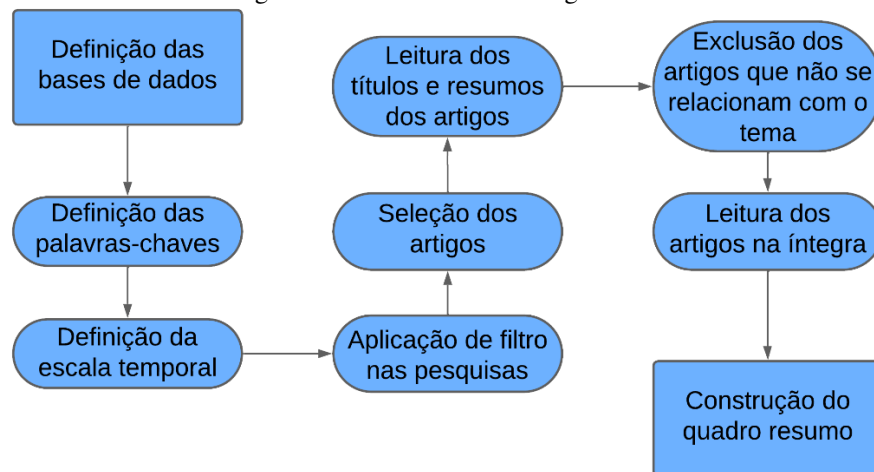
colonização às margens do rio por conta da atividade de mineração que ali se desenvolvia. Em períodos de chuvas os moradores sofrem com enchentes, esse problema se agrava, pois, o município não possui medidas de saneamento e gestão de águas pluviais. Outro fator é a alta impermeabilização do solo que de acordo com Parra e Teixeira (2020) agrava ainda mais os problemas de inundações.

Logo, de posse dos argumentos acima expostos, percebe-se a relevância em se pesquisar sobre a temática de “inundação” aplicada aos municípios brasileiros. Assim, este trabalho busca, a partir de uma revisão sistemática da literatura, identificar municípios assolados por efeitos de inundações, bem como elencar possíveis soluções já consagradas na engenharia.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, uma série de etapas foram planejadas e cumpridas para alcançar o objetivo desejado, seguindo a orientação de execução do Fluxograma 1. Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, com foco na sistematização de dados de estudos primários e avaliação crítica de pesquisas anteriores sobre o tema, foram realizadas buscas nos sistemas das bases de dados da *Scopus* e *Web of Science* selecionando produções acadêmicas de relevância e confiabilidade sobre o tema.

Fluxograma 1 - Percurso metodológico.



Fonte: Autoria própria (2023).

O Quadro 1 contempla o número de artigos retornados em cada etapa. Na Etapa 1, definiu-se as bases de dados para a busca dos artigos, sendo elas: *Scopus* e *Web of Science*. Em seguida, foram selecionadas as palavras-chave mostradas na Etapa 2: *urban drainage*, *urban planning and drainage*, *flood and solutions* e *drainage solutions*. Essas palavras foram escolhidas conforme os resultados desejados para o trabalho.

Na Etapa 3, foram estabelecidos os filtros que auxiliaram na busca dos artigos nas referidas bases de dados, sendo eles: artigo, Brasil, engenharia e ano. Optou-se por usar artigos com ano de publicação igual ou superior a 2018, por serem mais atualizados. Com essa aplicação foram retornados 209 artigos para serem estudados. Foi executada uma verificação de duplicidade de artigos, na Etapa 4, pois as bases de dados podem retornar artigos iguais. Após essa verificação, restou um total de 142 artigos para estudo. Na etapa 5, ocorreu a leitura dos títulos e foi verificada sua disponibilidade, se era pago ou grátis para *download*, resultando em 30 artigos para estudo.

Posteriormente, na Etapa 6, realizou-se a leitura dos resumos e verificação dos artigos com o tema. Os artigos que não estavam alinhados com o tema de estudo foram descartados, enquanto os artigos relevantes passaram por uma leitura completa e aprofundada. Com base nos dados obtidos, foi construído um quadro resumo contendo 30 artigos que expõem informações como título, periódicos, autor, ano de publicação, local, problemática e principais soluções.

Quadro 1 - Etapas.

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
Bases de dados	Palavras-chave	Filtros na base: Artigo, Brasil, engenharia, ano (≥ 2018)	Exclusão de artigos duplicados	Leitura dos títulos e verificação da disponibilidade (grátis/pago)	Leitura dos resumos e verificação da compatibilidade com a temática
Scopus	<i>urban drainage</i>	29	19	12	12
	<i>urban planning AND drainage</i>	12	1	0	0
	<i>flood and solutions</i>	22	7	0	0
	<i>drainage solutions</i>	19	8	1	1
Web of Science	<i>urban drainage</i>	28	17	7	7
	<i>urban planning AND drainage</i>	5	4	3	3
	<i>flood and solutions</i>	54	54	7	7
	<i>drainage solutions</i>	40	32	0	0
Total de artigos		209	142	30	30

Fonte: Autoria própria (2023).

3 RESULTADOS/DISCUSSÃO

Com a análise na íntegra dos 30 artigos listados no Quadro 2, foram identificadas as problemáticas e as possíveis soluções ou métodos utilizados para mitigar ou resolver os problemas relacionados às cheias em determinadas regiões do Brasil. Conforme mencionado na metodologia, optou-se por explorar artigos focados no Brasil, visando encontrar uma possível solução para a Cidade de Lavras da Mangabeira–CE, que sofre com cheias nos períodos chuvosos. Esse fenômeno ocorre devido à cidade ser atravessada pelo Rio Salgado, que recebe água de cidades situadas a montante, quando a água alcança o trecho do rio correspondente à cidade. A ocupação desordenada, o assoreamento do rio, a falta de drenagem e a própria geografia favorecem essas cheias.

Quadro 2 - Problemas e soluções.

Nº	TÍTULO	AUTORIA/ANO	LOCAL	PROBLEMA	SOLUÇÕES
1	<i>A framework to support the urbanization process on lowland coastal areas: exploring the case of Vargem Grande e Rio de Janeiro, Brazil</i>	Míguez <i>et al.</i> (2019)	Vargem Grande e Rio de Janeiro – RJ, Brasil	Crescimento urbano que desencadeia desequilíbrios ambientais, afetando a capacidade de suporte das bacias hidrográficas	Implementação de drenagem urbana sustentável, restaurações de rios e modelagens matemáticas para melhorar a resiliência das cidades às inundações
2	<i>An integrated quantitative framework to support design of resilient alternatives to manage urban flood risks</i>	Míguez <i>et al.</i> (2018)	Rio de Janeiro - RJ, Brasil	Perturbação dos serviços da cidade (transporte coletivo, distribuição de energia e água, coleta de lixo, etc.) e consequentemente ocorrências de danos significativos	Desenvolver um quadro que integre os riscos de enchentes com as oportunidades econômicas, visando fornecer suporte na tomada de decisões sobre estratégias de mitigação de inundações, utilizando um modelo hidrodinâmico simulador de mapas de inundação para diferentes períodos do ano, com o objetivo de prever eventos de inundação e estimar seus impactos financeiros potenciais
3	<i>Analysis of floods, urbanization and</i>	Fusato; Valverde, (2019)	Santo André - SP, Brasil	Projetos de drenagem inadequados e medidas	Análise morfométrica da drenagem urbana das duas sub-bacias do rio

Nº	TÍTULO	AUTORIA/ANO	LOCAL	PROBLEMA	SOLUÇÕES
	<i>morphometry of watersheds in Santo André-Brazil</i>			estruturais que não são capazes de lidar com o escoamento superficial proveniente das chuvas nos meses de verão, ampliando a ocorrência de inundações	Tamanduatef que drenam a cidade. Os resultados encontrados indicam que os problemas de enchentes na zona urbana não estão relacionados estritamente à morfometria das bacias, uma vez que as duas analisadas apresentam características diferentes, principalmente relacionadas ao formato, relevo e litologia
4	Análise de cenários resultantes da impermeabilização de espaços destinados à circulação e permanência de pedestres	Parra; Teixeira, (2020)	São Carlos e São José do Rio Preto - SP, Brasil	A alta impermeabilização do solo decorrente do crescimento das cidades	Utilização de um desenho urbano com mais qualidade, mesclando áreas pavimentadas com grandes áreas verdes para a redução da impermeabilização do solo ou, quando impossível de ser adaptado, sejam utilizados os pisos drenantes que possuem níveis de infiltração muito próximos aos do solo gramado
5	<i>Assessment of the Impact of residential urban patterns of different hillslopes on urban drainage systems and ecosystem services in the Federal District, Brazil</i>	Brito et al. (2020)	Brasília - DF, Brasil	Sistemas de gestões de águas pluviais deficientes, piora na recarga das águas subterrâneas e qualidade das águas superficiais	Através da análise de 4 conformações topográficas diferentes (analisadas por modelos matemáticos), definiu-se a melhor situação que reduza vazões do escoamento superficial e maximize a recarga de aquíferos
6	<i>Land as a sustainable resource in city planning: the use of open spaces and drainage systems to structure environmental and urban needs</i>	Lourenço et al. (2020a)	Canal do Mangue - RJ, Brasil	Falta de espaços abertos nas áreas urbanas, associado a ambientes fluviais degradados	A solução consiste em uma análise de três cenários diferentes: 1º - retrata a situação atual; 2º - corresponde a uma proposta do governo municipal para mitigação de enchentes; 3º - corresponde a uma alternativa de crescimento histórico, assumindo que a urbanização se baseia em um planejamento ordenado do solo, interagindo com os espaços livres urbanos e uma rede de drenagem efetiva. O terceiro caso foi o escolhido por gerar mais impactos positivos
7	<i>Land-use and legislation-based methodology for the implementation of sustainable drainage systems in the semi-arid region of Brazil</i>	Alves et al. (2020)	Campina Grande - PB, Brasil	Chuvas concentradas e sistemas de drenagem urbana ineficazes afetam a população com inundações repentinas	Análise da eficácia do SUDS (Sistemas de drenagem sustentáveis), baseando-se na legislação da cidade. A análise foi desenvolvida com dados físicos, climáticos, hidrológicos e de governança para três bacias hidrográficas e 312 sub-bacias em 30 aplicações e simulações. Diante das análises, recomenda-se melhorias no plano diretor para evitar colapsos futuros decorrentes de cheias
8	<i>Low impact development strategies for a low-income settlement: balancing flood protection and life cycle costs in Brazil</i>	Santos et al. (2021)	São Carlos - SP, Brasil	Devido a questões sociais, econômicas e ambientais. A implementação de sistemas de drenagens urbanas no país é bastante difícil, principalmente em regiões mais pobres	O uso da modelagem hidráulico-hidrológica confirmou a viabilidade da abordagem LID (integração de sistemas de drenagem) dispositivos de infiltração (valas e trincheiras), essa proposta tem menor custo de implementação e fornece uma boa gestão das águas
9	<i>Multicriteria GIS-based approach in priority areas analysis for sustainable urban drainage practices: a case study of Pato Branco, Brazil</i>	Aguiar et al. (2020)	Pato Branco - PR, Brasil	Recorrentes problemas relacionados a inundações	Os resultados obtidos mostram que o uso da ferramenta GIS (Sistema de informação geográfico) auxiliam de forma efetiva na escolha dos locais para implementação dos LIDs (Integração de sistemas de drenagem), que podem ser tanques coletores, pavimentos permeáveis e telhados verdes como proposta para essa área de estudo
10	<i>Performance evaluation of urban drainage systems:</i>	Pereira et al. (2023)	Bacia do Rio Jaracati - MA, Brasil	Processo de urbanização desordenado	Criação de um modelo de avaliação de sistemas de drenagem utilizando

Nº	TÍTULO	AUTORIA/ANO	LOCAL	PROBLEMA	SOLUÇÕES
	<i>an analytic hierarchy process approach for the Jaracati Basin in Brazil</i>				Indicadores de Fragilidade de Sistemas (IFS) e sua classificação via Processo Hierárquico Analítico (AHP). O processo de seleção do modelo depende das características do sistema de drenagem e o tipo de resultado esperado, o AHP foi o que mais se adequou ao problema, por se tratar de um método de fácil compreensão, ampla prática, vasto número de publicação científica e softwares livres. Por fim, os resultados obtidos permitiram a consolidação de um modelo de apoio ao planejamento e gestão de processos de mitigação dos impactos socioambientais causados pela drenagem urbana
11	<i>Possibility of using compensatory urban drainage techniques as leisure units to expand public areas into subdivisions</i>	Parra <i>et al.</i> (2021)	São Paulo - SP, Brasil	Crescimento desordenado dos conjuntos habitacionais em zonas urbanas	Proposição de unidades de lazer utilizando técnicas urbanas/drenagem compensatórias. No artigo em questão, foi adotado 156 jardins pluviais e 3 valas ao longo do loteamento, gerando um ganho de 989 m ² de infiltração em toda a área
12	<i>Technical feasibility study of the implantation of a drainage system with the use of permeable asphalt, as an alternative for flood mitigation, in urban areas of manaus</i>	Perrone; Souza, (2019)	Manaus - AM, Brasil	Expansão da urbanização e crescimento de superfícies impermeáveis.	Levantamento bibliográfico para identificar a viabilidade técnica da implantação do asfalto permeável. Foram utilizados três aspectos para realizar esse levantamento: objetivo, qualitativo e bibliográfico. Observou-se que a colocação da manta geotêxtil aumenta a duração do asfalto fazendo com que a água escorra para as valas laterais e ocorrendo a drenagem da mesma sem penetrar nas fissuras do asfalto
13	Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade	Lima <i>et al.</i> (2019)	Teresina - PI, Brasil	Drenagem urbana precária, falta de aterro sanitário, dificuldades na mobilidade e no transporte urbano	Foi realizada uma pesquisa bibliográfica comparando a relação entre os planos diretores (legislação) e a expansão urbana. Com isso, o novo plano diretor Teresina 2030 e a legislação mais recente, apontam para melhores resultados em cenários futuros
14	<i>A framework for assessing flood risk responses of a densely urbanized watershed, to support urban planning decisions</i>	Oliveira <i>et al.</i> (2023)	Rio de Janeiro - RJ, Brasil	Urbanização não planejada e má manutenção dos sistemas de drenagem urbana	Através do uso de simulação hidrodinâmica, é gerado um quadro para analisar futuros cenários de cheias considerando os seguintes fatores: alterações climáticas, urbanização não planejada e falta de manutenção dos sistemas de drenagem urbana. Com isso, é possível prever inundações futuras
15	<i>A framework to support flood prevention and mitigation in the landscape and urban planning process regarding water dynamics</i>	Lourenço <i>et al.</i> (2020b)	Rio de Janeiro - RJ, Brasil	Processo de urbanização desordenado e impermeabilização do solo	Construção de um quadro analítico para o planejamento urbano levando em consideração três aspectos: planos urbanos e restrições ambientais legais, espaços abertos disponíveis e oportunidades multifuncionais. Os resultados mostram que um sistema multifuncional de espaços abertos em conjunto com o uso ordenado e sustentável do solo, é capaz de reduzir os níveis de água diminuindo as áreas inundadas
16	Uma metodologia multiobjetivo e multicritério para avaliação de desempenho de sistemas de drenagem urbana	Mendonça; Souza, (2019)	Goiânia - GO, Brasil	Drenagem urbana defasada	Foi utilizado os métodos multiobjetivos (ELECTRE-TRI e TOPSIS) apoiados com uso de três cenários: I - rede de drenagem convencional; II - acréscimo de duas bacias de retenção ao I cenário; III - inclusão de micro reservatórios em cada lote urbano. O método ELECTRE-TRI indicou desempenhos regular, muito bom e excelente para os cenários I, II e III. No

Nº	TÍTULO	AUTORIA/ANO	LOCAL	PROBLEMA	SOLUÇÕES
					método TOPSIS, o Cenário-I foi classificado como bom, enquanto o Cenário-II e o Cenário-III foram classificados como muito-bons. Esses resultados confirmam a proposta de melhores práticas de manejo de águas pluviais
17	<i>Allocation of flood drainage rights in the middle and lower reaches of the Yellow River based on deep learning and flood resilience</i>	Zhang <i>et al.</i> (2022)	Rio Amarelo, China	Alterações climáticas e inundações frequentes	Utilização do método de avaliação de harmonia, foi comparado o método de alocação VAE (modelo de autoencoder variacional) com três métodos de alocação convencionais para analisar a colocação de FDR (direitos de drenagem de cheias). Conclui-se que o uso do VAE é mais prático para verificar a alocação do FDR junto a sua eficiência para a gestão de cheias
18	<i>An alternative flood model calibration strategy for urban watersheds: the case study of Riohacha, Colombia</i>	Oliveira <i>et al.</i> (2019)	Riohacha, Colômbia	Danos crescentes por inundações	Realização de um exercício de modelação matemática hidrodinâmica. Para obtenção de dados, foi realizado entrevistas com moradores gerando resultados bons e concretos, o que levou a adotar o método como uma solução funcional
19	<i>Can we scale digital twins of nature-based solutions for stormwater and transboundary water security projects?</i>	Brasil <i>et al.</i> (2022)	Brasil	Redução da qualidade da água e inundações	O artigo buscou através de uma revisão de literatura acessar os desafios conceituais existentes e a definição da DT (Gêmeos Digitais) como framework, identificar como a modelagem matemática relatada na literatura pode melhorar o desenvolvimento da DT, e avaliar os potenciais benefícios associados à aplicação da DT em SbN (soluções baseadas na natureza)
20	<i>Evaluating the role of urban drainage flaws in triggering cascading effects on critical infrastructure, affecting urban resilience</i>	Oliveira <i>et al.</i> (2022)	Rio de Janeiro - RJ, Brasil	Área urbana degradada e falta de espaços abertos	Uso de simulações hidrodinâmicas através de dois cenários: 1 - mostrou os efeitos negativos nos sistemas da cidade resultantes do crescimento urbano desordenado; 2 - drenagem urbana sustentável apoiada no conceito de infraestrutura azul-verde integrada ao sistema de espaços abertos urbanos. Os resultados mostram que se deve considerar um planejamento urbano sustentável, seguindo as restrições da dinâmica da água
21	<i>Flood risk mitigation and valve control in stormwater systems: state-space modeling, control algorithms, and case studies</i>	Gomes Júnior <i>et al.</i> (2022)	Brasil	Inundações frequentes.	Desenvolvido um novo modelo de espaço de estados não linear de processos hidrológicos e hidrodinâmicos em bacias hidrográficas, reservatórios e canais unidimensionais. O modelo usa dois métodos de medição, baseado em tempo real (controle reativo) e previsões do comportamento futuro do sistema (controle preditivo). Através dos resultados, recomenda-se o uso de estratégias de controle preditivo
22	<i>Generalizing rapid flood predictions to unseen urban catchments with conditional generative adversarial networks</i>	Lago <i>et al.</i> (2023)	Brasil	Modelos hidrodinâmicos caros	Uso de uma rede adversária generativa condicional (cGAN) o cGAN-Flood foi comparado ao HEC-RAS. Devido a eficiência computacional, o cGAN-Flood pode ser aplicado para simulações rápidas e pode ser uma solução viável para previsões de inundações de bacias hidrográficas de grande escala
23	<i>Highlighting the role of the model user and physical interpretation in</i>	Sousa <i>et al.</i> (2022)	Rio de Janeiro - RJ, Brasil	Resultados distintos em software de análises hidrodinâmicas	Compara métodos de análises hidrodinâmicas 2D com a interpretação física de um modelador, não busca selecionar um modelo "melhor" de

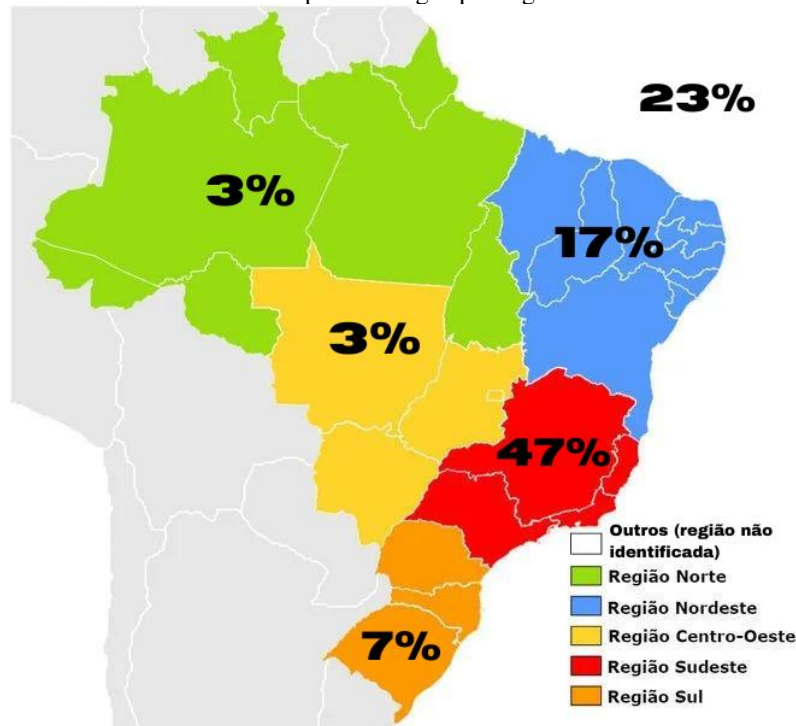
Nº	TÍTULO	AUTORIA/ANO	LOCAL	PROBLEMA	SOLUÇÕES
	<i>urban flooding simulation</i>				análise, mas mostra que pode haver limitações nos modelos e deve-se considerar as interpretações física para uma boa resposta
24	<i>Influence of drainage network and compensatory techniques on urban flooding susceptibility</i>	Caprario <i>et al.</i> (2019)	Brasil	Urbanização acelerada e problemas de drenagem	Os resultados mostram que unir o método AHP (Processo hierárquico analítico) e GIS (Sistema de informação geográfica) fornece dados suficientes para planejamento e gestão urbana, permitindo o mapeamento de áreas sujeitas a inundações
25	<i>Methodology for allocation of best management practices integrated with the urban landscape</i>	Rodrigues <i>et al.</i> (2021)	Viçosa - MG, Brasil	Urbanização não planejada	Alocação de melhores práticas de gestão (BMP) a mesma consiste em diversas técnicas (células de bioretenção, jardins de invernos, pavimento permeável, etc.) a metodologia retornou bons resultados e mostra que através das práticas de BMP pode-se reduzir o nível de cheias
26	<i>Robust strategy for assessing the costs of urban drainage system designs under climate change scenarios</i>	Saboia <i>et al.</i> (2020)	Fortaleza - CE, Brasil	Drenagem defasada	Propôs uma metodologia de análise de decisões através de seis modelos, buscando avaliar os custos de implementação e melhorias nos sistemas de drenagem da cidade usando previsões futuras a inundações
27	<i>Socio-technological tool for mapping susceptibility to urban flooding</i>	Caprario; Finotti, (2019)	Florianópolis - SC, Brasil	Intensificação das inundações em áreas urbanas	Propôs uma ferramenta socio tecnológica para mapear os pontos de possíveis alagamentos em regiões urbanas. O método mostrou-se eficiente e fornece informações que podem ajudar na tomada de decisões
28	<i>The main challenges for improving urban drainage systems from the perspective of brazilian professionals</i>	Francisco <i>et al.</i> (2022)	Brasil	Sistemas de drenagens defasados	Pesquisar os principais desafios que dificultam a melhoria dos sistemas de drenagem através de pesquisas bibliográficas, foram identificados 15 principais problemas, com isso, tem-se uma noção de onde deve-se buscar melhorias para os sistemas
29	<i>Urban flood resilience – a multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning</i>	Bertilsson <i>et al.</i> (2019)	Rio de Janeiro- RJ, Brasil	Desafios no planejamento urbano	O estudo discute a resiliência de risco a inundação considerando três fatores principais. Por fim, busca mostrar através do índice multicritério, Índice Especializado de Resiliência às Inundações Urbanas (S-FRESI), as mudanças nos possíveis cenários de cheias
30	<i>Use of detention basin for flood mitigation and urban requalification in Mesquita, Brazil</i>	Jacob <i>et al.</i> (2019)	Mesquita - RJ, Brasil.	Urbanização não planejada	Propõe a utilização de uma lagoa de retenção de águas pluviais, a mesma também tem objetivo de ser usada como espaço de uso sociais revitalizando áreas degradadas e lhes dando novas funções, além do controle de enchentes

Fonte: Autoria própria (2024).

As soluções mais predominantes nos artigos estão relacionadas à implementação de métodos, tais como: áreas verdes, lagoas de retenção, pisos permeáveis, restaurações de rios, melhorias nos planos diretores das cidades, entre outras. Vale destacar também os estudos trouxeram como possíveis soluções estudos de casos por meio de *softwares* e modelagens matemáticas que ajudam a prever possíveis áreas de inundações.

O Mapa 1 expõe a representação numérica dos artigos quanto a região geográfica do Brasil trabalhada.

Mapa 1 - Artigos por região.



Fonte: Autoria própria (2024).

A Região Sudeste (destacada em vermelho) representou 47% dos artigos considerados para estudo. Uma das principais características dessa região são as chuvas constantes durante quase todo o ano, associadas às cheias. Devido ao alto nível de desenvolvimento das cidades e à extensa impermeabilização do solo, as cheias são frequentes. Este fator é um dos principais motivos que levam ao grande volume de pesquisas na tentativa de mitigar ou reduzir essa situação.

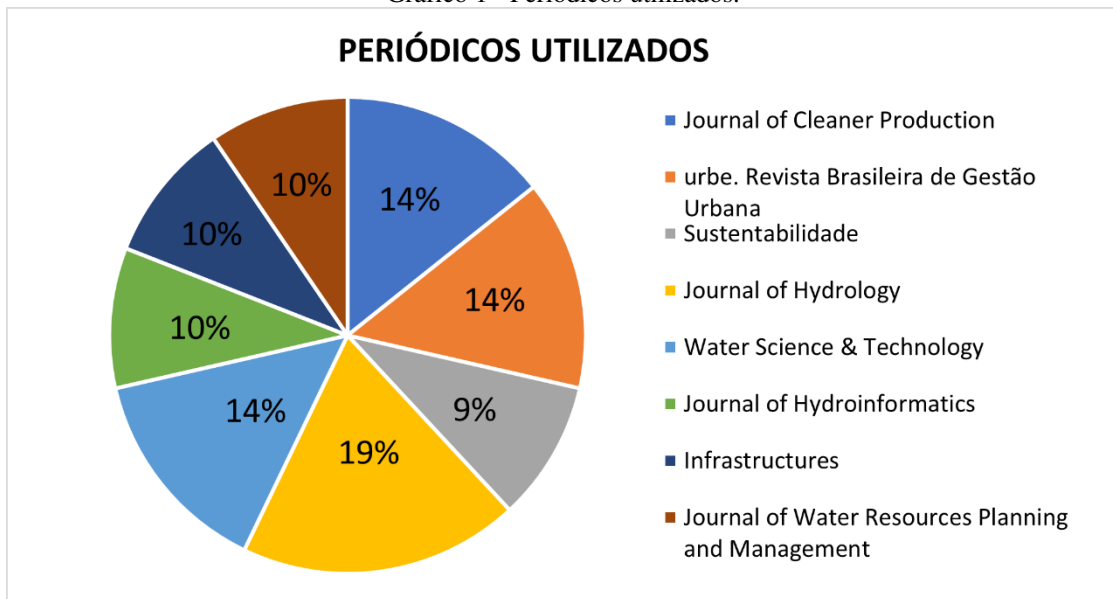
A Região Nordeste (destacada em azul) contribuiu com 17% dos artigos. Esse número é significativo, considerando os longos períodos de seca pelos quais a região é conhecida. No entanto, algumas áreas do Nordeste também enfrentam problemas com cheias, e isso é refletido na crescente preocupação das pesquisas em busca de soluções que possam minimizar esses eventos.

A Região Sul (destacada em laranja) teve uma participação de 7% nos estudos. Esta região é caracterizada por chuvas ao longo de todo o ano, com intensificação nos meses de dezembro e janeiro. Recentemente, em abril de 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou eventos climáticos extremos, incluindo chuvas intensas que resultaram em cheias e inundações significativas, causando perdas de vidas e danos materiais. Estes eventos sublinham a necessidade urgente de estudos e intervenções adequadas para mitigar os impactos das cheias na região.

Já as Regiões Centro-Oeste (destacada em amarelo) e Norte (destacada em verde) contribuíram apenas com 3% cada uma nas publicações. Esses números mostram que essas regiões têm recebido menos atenção, apesar de também sofrerem com cheias recorrentes que geram danos sociais e materiais significativos.

Em relação aos periódicos que mais publicam sobre a temática, de acordo com o Gráfico 1, o que mais se destacou foi o *Journal of Hydrology*, com 19% do total dos artigos, demonstrando a relevância desse periódico na área em estudo. Os periódicos *Journal of Cleaner Production*, *Urbe*, *Revista Brasileira de Gestão Urbana* e *Water Science & Technology* ocupam a segunda posição, cada um com 14% dos artigos retornados para o estudo.

Gráfico 1 - Periódicos utilizados.



Fonte: Autoria própria (2024).

4 CONCLUSÃO

As inundações representam um desafio crônico em nosso país, especialmente em áreas urbanas afetadas pelo crescimento populacional desordenado. O aumento da população intensifica a pressão sobre os recursos e a infraestrutura, tornando a busca por soluções uma necessidade urgente. A ausência de um planejamento urbano adequado nessas regiões agrava ainda mais a situação, predispondo-as a sofrerem com enchentes de forma frequente.

Este estudo realizou uma análise abrangente, examinando uma variedade de artigos sobre o tema, com o propósito de identificar os desafios enfrentados e propor soluções viáveis. Entre os 30 artigos selecionados, foram identificados problemas recorrentes, tais como o crescimento desordenado, a obsolescência dos sistemas de drenagem e a impermeabilização do solo.

Quanto às soluções propostas, estas abrangeram desde intervenções de curto prazo até estratégias mais sustentáveis de longo prazo. Destacam-se iniciativas como aprimoramentos nos planos diretores urbanos, a implementação de sistemas de drenagem sustentável e a aplicação de análises matemáticas avançadas por meio de software de simulação 3D. As soluções mais viáveis para a Cidade de Lavras da Mangabeira-CE podem iniciar com uma melhoria no plano diretor da cidade, uma desobstrução do curso do rio, implementação de áreas verdes e pisos drenantes, além de uma melhoria no sistema de drenagem da cidade, de acordo com a Figura 1, pode-se criar canais extravasores para amenizar as curvas ao longo do trecho do rio que geram percas de cargas.

Destaca-se também que as Regiões que mais tiveram publicações foram o Sudeste e o Nordeste do país, evidenciando a preocupação dos pesquisadores em encontrar soluções eficazes para essas áreas, que enfrentam constantes problemas de inundação.

Conclui-se, portanto, que a abordagem para lidar com inundações deve ser adaptada às características específicas de cada região. Não existe uma solução universal, pois cada cidade possui sua própria geografia, infraestrutura e contexto socioeconômico. Portanto, é fundamental desenvolver estratégias personalizadas para enfrentar esse desafio, levando em consideração as particularidades de cada localidade. É crucial equilibrar o progresso com a preservação ambiental para garantir um futuro sustentável para as próximas gerações.

Figura 1 – Canal extravasor



Fonte: Autoria própria (2024).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. R. de; NUERNBERG, J. K.; LEONARDI, T. C. Multicriteria gis-based approach in priority areas analysis for sustainable urban drainage practices: a case study of Pato Branco, Brazil. **Eng**, v. 1, p. 96-111, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/eng1020006>. Acesso em: 06 dez. 2023.

AGÊNCIA SENADO. **Enchentes no RS: 417 municípios já foram atingidos**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/videos/2024/05/enchentes-no-rs-417-municipios-ja-foram-atingidos>. Acesso em: 20 jul. 2024.

ALVES, P. B. R.; RUFINO, I. A. A.; FEITOSA, P. H. C.; DJORDJEVIC, S.; JAVADI, A. Land-use and legislation-based methodology for the implementation of sustainable drainage systems in the semi-arid region of Brazil. **Sustentabilidade**, v. 12, p. 661, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12020661>. Acesso em: 20 dez. 2023.

BERTILSSON, L.; WIKLUND, K.; TEBALDI, I. de M.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G. Urban flood resilience – a multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. **Journal of Hydrology**, v. 573, p. 970-982, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.06.052>. Acesso em: 02 dez. 2023.

BRASIL, J. A. T.; MACESO, M. B. de; OLIVEIRA, T. R. P. de; GHIGLIENO, F. G.; SOUZA, V. C. B. de; SILVA, G. M. e; JÚNIOR, M. N. G.; SOUZA, F. A. A. de; MENDIONDO, E. M. Can we scale digital twins of nature-based solutions for stormwater and transboundary water security projects?. **Journal of Hydroinformatics**, v. 24, n. 4, p. 749-764, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/hydro.2022.142>. Acesso em: 05 dez. 2023.

BRASIL. **Lei 14.026 de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em 07 maio 2024.

BRITO, L. K. S; COSTA, M. E. L.; KOIDE, S. Assessment of the impact of residential urban patterns of different hillslopes on urban drainage systems and ecosystem services in the Federal District, Brazil. **Sustentabilidade**, v. 12, p. 5859-2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12145859>. Acesso em: 21 fev. 2024.

CAPRARIO, J.; FINOTTI, A. R. Socio-technological tool for mapping susceptibility to urban flooding. **Journal of Hydrology**, v. 574, p. 1152-1163. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.005>. Acesso em: 07 dez. 2023.

CAPRARIO, J.; RECH, A. S.; TASCA, F. A.; FINOTTI, A. R. Influence of drainage network and compensatory techniques on urban flooding susceptibility. **Water Science & Technology**, v. 76, p. 1152-1163, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/wst.2019.113>. Acesso em: 03 dez. 2023.

CNN BRASIL. **Cinco cidades do interior de SP decretam emergência por danos causados pelas chuvas**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/cinco-cidades-do-interior-de-sp-decretam-emergencia-por-danos-causados-pelas-chuvas/>. Acesso em: 27 set. 2023.

FRANCISCO, T. H. S.; MENEZES, O. V. C.; GUEDES, A. L. A.; MAQUERA, G.; VIVAS NETO, D. C.; LONGO, O. C.; CHINELLI, C. K.; SOARES, C. A. P. The main challenges for improving urban drainage systems from the perspective of brazilian professionals. **Infrastructures**, v. 8, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/infrastructures8010005>. Acesso em: 02 dez. 2023.

FUSATO, J. G.; VALVERDE, M. C. Analysis of floods, urbanization and morphometry of watersheds in Santo André-Brazil. In: CHIRICI, G.; GIANINETTO, M. **Earth observation advancements in a changing world**. Firenze: AIT, 2019, v. 1, p. 135-138. Disponível em: <https://aitonline.org/publicazioni/trends-in-earth-observation/earth-observation-advancements-in-a-changing-world/>. Acesso em: 16 fev. 2024.

GOMES JÚNIOR, M. N.; GIACOMONI, M. H.; ASCE, S. M.; TAHA, A. F.; MENDIONDO, E. M. Flood risk mitigation and valve control in stormwater systems: state-space modeling, control algorithms, and case studies. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 148, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001588](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001588). Acesso em: 20 dez. 2023.

GOMES, E. R. B.; CAVALCANTE, A. C. S. Desastres naturais: perdas e reações psicológicas de vítimas de enchente em Teresina-PI. **Psicologia & Sociedade**, v. 24, n. 3, p. 720-728, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-71822012000300025>. Acesso em: 20 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Lavras da Mangabeira**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/lavras-da-mangabeira/panorama>. Acesso em: 02 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **MUNIC 2013**: enchentes deixaram 1,4 milhão de desabrigados ou desalojados entre 2008 e 2012. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14601-asi-munic-2013-enchentes-deixaram-14-milhao-de-desabrigados-ou-desalojados-entre-2008-e-2012>. Acesso em: 11 set. 2023.

ITO, D. **9,5 milhões de brasileiros moram em áreas de risco**. [S. l.], 22 fev. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/audio/2022-02/95-milhoes-de-brasileiros-moram-em-areas-de-risco>. Acesso em: 20 set. 2023.

JACOB, A. C. P.; REZENDE, O. M.; SOUSA, M. M. de; RIBEIRO, L. B. de F.; OLIVEIRA, A. K. B. de; ARRAIS, C. M.; MIGUEZ, M. G. Use of detention basin for flood mitigation and urban requalification in Mesquita, Brazil. **Water Science & Technology**, v. 79, p. 2135–2144, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/wst.2019.212>. Acesso em: 05 dez. 2023.

LAGO, C. A. F. do; GIACOMONI, M. H.; BENTIVOGLIO, R.; TAORMINA, R.; GOMES JÚNIOR M. N.; MENDIONDO, E. M. Generalizing rapid flood predictions to unseen urban catchments with conditional generative adversarial networks. **Journal of Hydrology**, v. 618, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129276>. Acesso em: 02 dez. 2023.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180037>. Acesso em: 14 fev. 2024.

LOURENÇO, I. B.; GUIMARÃES, L. F.; ALVES, M. B.; MIGUEZ, M. G. Land as a sustainable resource in city planning: the use of open spaces and drainage systems to structure environmental and urban needs. **Journal of Cleaner Production**, v. 276, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123096>. Acesso em: 20 dez. 2023.

LOURENÇO, I. B.; OLIVEIRA, A. K. B. de; MARQUES, L. S.; BARBOSA, A. A. Q.; VERÓL, P. C. M.; MIGUEZ, M. G. A framework to support flood prevention and mitigation in the landscape and urban planning process regarding water dynamics. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, 2020b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122983>. Acesso em: 05 dez. 2023.

MENDONÇA, E. C.; SOUZA, M. A. A. Uma metodologia multiobjetivo e multicritério para avaliação de desempenho de sistemas de drenagem urbana. **Ingeniería del agua**, v. 23, p. 89-106, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4995/ia.2019.10214>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MIGUEZ, M. G.; RAUPP, P. I.; VERÓL, P. A. An integrated quantitative framework to support design of resilient alternatives to manage urban flood risks. **Journal of Flood Risk Management**, v. 12, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12514>. Acesso em: 06 dez. 2023.

MIGUEZ, M. G.; VEROL, A. P.; BATTEMARCO, B. P.; YAMAMOTO, L. M. T.; BRITO, F. A. de; FERNANDEZ, F. F.; MERLO, M. L.; REGO, A. Q. A framework to support the urbanization process on lowland coastal areas: exploring the case of Vargem Grande e Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 231, p. 1281-1293, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.187>. Acesso em: 20 dez. 2023.

OLIVEIRA, A. K. B. de; ALVES, L. M. C.; CARVALHO, C. L.; HADDAD, A. N.; MAGALHÃES, P. C. de. MIGUEZ, M. G. A framework for assessing flood risk responses of a densely urbanized watershed, to support urban planning decisions. **Sustainable and Resilient Infrastructure**, v. 8, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23789689.2023.2175139>. Acesso em: 02 dez. 2023.

OLIVEIRA, A. K. B. de; BATTEMARCO, B. P.; BARBARO, G.; GOMES, M. V. R.; CABRAL, F. M.; BEZERRA, R. de O. P.; RUTIGLIANI, V. de A.; LOURENÇO, I. B.; MACHADO, R. K.; REZENDE, O. M.; MAGALHÃES, P. C. de; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G. Evaluating the role of

urban drainage flaws in triggering cascading effects on critical infrastructure, affecting urban resilience. **Infrastructures**, v. 7, p. 153, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/infrastructures7110153>. Acesso em: 12 dez. 2023.

OLIVEIRA, A. K. B. de; REZENDE, O. M.; SOUSA, M. M. de; NARDINI, A.; MIGUEZ, M. G. An alternative flood model calibration strategy for urban watersheds: the case study of Riohacha, Colombia. **Water Science & Technology**, v. 79, p. 2095-2105, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/wst.2019.211>. Acesso em: 02 dez. 2023.

OLIVEIRA, L. dos S.; FERREIRA, B. C.; ESTEVAM, A. L. D. Enchentes na cidade de Salvador, Bahia (Brasil): estudos geográficos nos rios urbanos Lucaia e Camarajipe. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 1, p. 10551–10571, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-721>. Acesso em: 22 set. 2023.

PARRA, G. D.; TEXEIRA, B. A. do N. Análise de cenários resultantes da impermeabilização de espaços destinados à circulação e permanência de pedestres. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190265>. Acesso em: 18 fev. 2024.

PARRA, G. G.; TEIXEIRA, B. A. do N.; MASIERO, É.; RODRIGUES, T. B. M. Possibility of using compensatory urban drainage techniques as leisure units to expand public areas into subdivisions. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20200208>. Acesso em: 10 dez. 2023.

PEREIRA, R. F. S.; FIGUEIREDO, N. M. de; CAMPOS FILHO, L. C. Performance evaluation of urban drainage systems: an analytic hierarchy process approach for the Jaracati basin in Brazil. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 45, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v45i1.63176>. Acesso em: 20 dez. 2023.

PERRONE, W. K.; SOUZA, W. L. de. Technical feasibility study of the implantation of a drainage system with the use of permeable asphalt, as an alternative for flood mitigation, in urban areas of Manaus. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 5, n. 19, 2019. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20190046>. Acesso em: 06 dez. 2023.

PESSÔA, V. M. M.; CECAGNO, C. F.; CAMARGO, D. M. de; MARQUES, M. L. Contribuição de aspectos naturais e antropogênicos para análise do perigo à inundação em Campinas-SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 74, n. 1, p. 100–121, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/rbcv74n1-49026>. Acesso em: 11 set. 2023.

PORTAL G1-RS. **Cidades do Sul do RS tem chuva forte e alagamentos**. Rio Grande do Sul, 7 set. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2023/09/07/cidades-do-sul-do-rs-tem-chuva-forte-e-alagamentos.ghtml>. Acesso em: 27 set. 2023.


RODRIGUES, A. L. M.; SILVA, D. D. da; MENEZES FILHO, F. C. M. de. Methodology for allocation of best management practices Integrated with the urban landscape. **Water Resources Management**, v. 35, p. 1353-1371, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-021-02791-w>. Acesso em: 20 dez. 2023.

SABOIA, M. A. M. de; SOUZA FILHO, F. de A. de; HELFER, F.; ROLIM, L. Z. R. Robust strategy for assessing the costs of urban drainage system designs under climate change scenarios. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 146, 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001281](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001281). Acesso em: 19 dez. 2023.

SANTOS, M. F. N. do; BARBASSA, A. P.; VASCONCELOS, A. F. Low impact development strategies for a low-income settlement: balancing flood protection and life cycle costs in Brazil. **Sustainable Cities and Society**, v. 65, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102650>. Acesso em: 20 dez. 2023.

SOUSA, M. M. de; OLIVEIRA, A. K. B. de; REZENDE, O. M.; MAGALHÃES, P. M. G.; JACOB, A. C. P.; MAGALHÃES, P. C. de; MIGUEZ, M. G. Highlighting the role of the model user and physical interpretation in urban flooding simulation. **Journal of Hydroinformatics**, v. 24, n. 5, p. 976-991, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/hydro.2022.174>. Acesso em: 01 dez. 2023.

ZHANG, K.; DONG, Z.; GUO, L.; BOYER, E. W.; MELLO, C. R.; SHEN, J.; LAN, P.; WANG, J.; FAN, B. Allocation of flood drainage rights in the middle and lower reaches of the Yellow River based on deep learning and flood resilience. **Journal of Hydrology**, v. 615, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128560>. Acesso em: 20 dez. 2023.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC

Assunto:	TCC
Assinado por:	Klistenes Alex
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Klístenes Álex Oliveira dos Santos, ALUNO (202022200016) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS**, em 20/08/2024 07:59:21.

Este documento foi armazenado no SUAP em 20/08/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1223812

Código de Autenticação: 7fb900bb99

