

Artigo

Gestão de risco ambiental urbano: uma revisão integrativa sobre áreas irregulares em Campina Grande, Paraíba

Urban environmental risk management: an integrative review of irregular areas in Campina Grande, Paraíba

Helena Maria da Conceição de Araújo

Doutoranda do PPGEGRN/UFCG; e-mail: helenaaraujo.geo@gmail.com

José Otávio Aguiar

Pós-Doc Professor do PPGEGRN/UFCG; e-mail: otavio.j.aguiar@gmail.com

Mara Karinne Lopes Veriato Barros

Pós-doutoranda do PPGEGRN/UFCG; e-mail:karinnelv@yahoo.com.br

Resumo- O texto trata da gestão de riscos ambientais urbanos, uma área de crescente importância devido à expansão e complexidade das cidades modernas. A pesquisa focou especificamente em Campina Grande na Paraíba, explorando a aplicação de indicadores para avaliar, monitorar e mitigar riscos ambientais em áreas urbanas irregulares. O objetivo principal é realizar uma revisão sistemática da literatura para fornecer uma compreensão sobre o estado atual do conhecimento na área, destacando a relevância dos indicadores de gestão de risco. A metodologia adotada foi uma revisão integrativa, com busca em bases de dados acadêmicas como Plataforma Capes, Scielo, Elsevier, e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, considerando publicações dos últimos 10 anos. Os resultados revelaram diversas abordagens e metodologias na aplicação de indicadores de risco, com estudos abrangendo desde a vulnerabilidade e resiliência até a capacidade adaptativa das cidades. Os estudos analisados mostram tanto as potencialidades quanto as limitações dos dados disponíveis, especialmente em áreas irregulares, onde a falta de dados adequados muitas vezes impede uma gestão eficaz dos riscos ambientais. Destacou-se lacunas significativas no conhecimento atual e sugere a necessidade de pesquisas futuras focadas na integração e aplicação dos indicadores de gestão de risco ambiental urbano.

Palavras-chave: Planejamento Urbano; Resiliência Urbana; Indicadores Ambientais; Mitigação de Riscos.

Abstract- The text addresses the management of urban environmental risks, an area of increasing importance due to the expansion and complexity of modern cities. The research specifically focused on Campina Grande in Paraíba, exploring the application of indicators to assess, monitor, and mitigate environmental risks in irregular urban areas. The main objective is to conduct a systematic review of the literature to provide an understanding of the current state of knowledge in the area, highlighting the relevance of risk management indicators. The methodology adopted was an integrative review, with searches in academic databases such as Plataforma Capes, Scielo, Elsevier, and the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations, considering publications from the last 10 years. The results revealed various approaches and methodologies in the application of risk indicators, with studies ranging from vulnerability and resilience to the adaptive capacity of cities. The studies analyzed show both the potentialities and limitations of the available data, especially in irregular areas, where the lack of adequate data often hinders effective environmental risk management. Significant gaps in current knowledge were highlighted, suggesting the need for future research focused on the integration and application of urban environmental risk management indicators.

Keywords: Urban Planning; Urban Resilience; Environmental Indicators; Risk Mitigation.

1 INTRODUÇÃO

Os indicadores de gestão de risco ambiental urbano emergem como ferramentas na identificação, avaliação e mitigação dos riscos associados ao desenvolvimento e à expansão das áreas urbanas. À medida que as cidades crescem, tanto em tamanho quanto em complexidade, a necessidade de abordagens sistemáticas para gerenciar os riscos ambientais mais se evidencia, contribuindo para o equilíbrio da relação homem-meio, ou homem parte do meio, com práticas de governança democrática e participativa que visem a minimização de danos. Assim, o debate sobre a governança de risco ambiental urbano tem ganhado destaque como essencial

para o planejamento e a sustentabilidade das cidades modernas.

Diante do crescente reconhecimento da importância de abordagens proativas para mitigar riscos e promover a resiliência ambiental urbana, a utilização de indicadores de gestão de risco ambiental pode se tornar um meio para alcançar um desenvolvimento sustentável do espaço urbano. Este artigo propõe uma revisão sistemática da literatura sobre os indicadores de gestão de risco ambiental urbano existentes e aplicados na cidade de Campina Grande/PB, visando analisar e sintetizar os dados disponíveis para fornecer uma compreensão abrangente sobre o estado atual do conhecimento na área.

A revisão inicia-se com a definição de risco ambiental urbano, destacando sua relevância no contexto das mudanças climáticas, urbanização acelerada e os desafios associados à sustentabilidade ambiental em áreas urbanas. Em seguida, discute-se a importância dos indicadores como ferramentas quantitativas e qualitativas para a avaliação, monitoramento e gestão de riscos ambientais, contribuindo para a tomada de decisão informada por parte dos gestores urbanos e políticos e a ocupação rápida e irregular da cidade de Campina Grande, num contexto da convivência em áreas irregulares.

A metodologia para a seleção e análise dos estudos incluídos na revisão é detalhadamente apresentada, enfatizando a busca por trabalhos publicados em bases de dados acadêmicas reconhecidas como Plataforma Capes, Scielo, Elsevier e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), nos últimos 10 anos. A pesquisa objetivou realizar uma seleção criteriosa de estudos relevantes e a análise temática dos indicadores identificados, seguida por uma discussão sobre as principais categorias de indicadores de gestão de risco ambiental urbano encontradas na literatura, incluindo, mas não se limitando a, indicadores de vulnerabilidade, exposição, capacidade adaptativa, e resiliência urbana na cidade em questão.

A revisão destaca a diversidade de abordagens e metodologias empregadas na aplicação destes indicadores em diferentes contextos urbanos, revelando tanto as potencialidades quanto as limitações existentes, com base de dados insuficientes para a mitigação e gestão de riscos em áreas irregulares em Campina Grande. Por fim, o artigo conclui com uma reflexão sobre as lacunas no conhecimento atual, apontando para a necessidade de pesquisas futuras focadas na integração dos indicadores de gestão de risco ambiental urbano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Risco Ambiental Urbano

O risco é um objeto social, e para que exista é necessária a percepção de alguém, ou seja, a população deve percebê-lo e, possivelmente, experienciá-lo. O risco ambiental e/ou natural ocorrem por fatores condizentes a variações climáticas, hidrológicas, geodinâmicas internas e externas, é, na maioria das vezes, tido como únicos e mais relevantes (Veyret, 2007). Áreas de risco, portanto, podem ser consideradas como aquelas que sofrem por fatores naturais como fatores. Assim, o conceito de risco e vulnerabilidade social para alguns autores são sinônimos, ou muitas vezes, encarados como o mesmo, mas com base em outros cientistas percebem-se as distinções.

Tominaga (2009) sobre vulnerabilidade afirma ser o conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais quando determinam o nível de risco que a população sofre. Percebe-se que os riscos no Brasil e, conseqüentemente, a exposição à vulnerabilidade, se dá a partir do processo acelerado e desordenado de urbanização, que apresenta falta no planejamento do crescimento dos grandes centros urbanos.

Tendo em vista que nos centros urbanos encontram-se grande contingente de ofertas de empregos,

torna-se uma área de atração em busca de melhoria de vida. Contudo, a ocupação do solo urbano pode ser excludente e os novos chegados apropriam-se de habitações inadequadas, que apresenta ausência de assistência à saúde, melhorias em educação e lazer. A urbanização no Brasil não conseguiu manter o acesso adequado da população a serviços urbanos essenciais, como água tratada, coleta e tratamento de esgoto, e gestão de resíduos sólidos. Isso contribuiu para o aumento da poluição da água e a proliferação de doenças (Umbelino, 2004).

O processo de urbanização brasileira se deu de maneira desordenada, trazendo consigo o aumento de índices de pobreza e miséria, como afirma Torres (2002) “serviços urbanos básicos, como: distribuição de água tratada, coleta, saneamento básico e designação adequada dos resíduos sólidos, geram doenças e poluição das águas”, que se apresentam como o fator mais decisivo para formação de áreas de risco.

Segundo Lopes (2002) “as deficiências do saneamento, planos e projetos de controle e/ou combate a degradação ambiental em relação a água se torna ineficaz”, visto que os centros urbanos apresentam áreas marginalizadas que utilizam os cursos de água para lançar esgotos, majoritariamente sem tratamento, propiciando a geração de doenças e aumentando a o risco a enchentes e inundações. Nesta perspectiva, Umbelino e Sathler (2003) alegam que a urbanização pode transformar cursos d’água em “coletores de esgoto”, visto que a urbanização brasileira também está associada à intensa artificialização dos cursos d’água (desvios e canalizações), reduzindo ou mesmo extinguindo a rede hidrográfica superficial, com grande impacto no equilíbrio ambiental urbano.

Com isso, pode-se dizer que se torna um ciclo, partindo do pressuposto que o modelo de urbanização, o processo, e os resultados giram em torno das necessidades que as pessoas buscam em suprir e que conseqüentemente não ocorrem, expondo-as a um risco socialmente concebido. Entender o fenômeno do risco se faz importante para que se possa fornecer subsídios, através de estudos e pesquisas, para que a sociedade e os gestores públicos possam intervir de forma mais eficaz, compreendendo o risco e formulação de políticas públicas que amenizem esse fenômeno. A elaboração de estratégias em áreas que proporcionam risco é de suma importância para que sejam minimizadas as vulnerabilidades locais.

2.2 Indicadores de Gestão de Risco

No contexto da vulnerabilidade, é possível analisar o papel da população exposta, o valor dos bens afetados e a vulnerabilidade social. A resiliência da sociedade e dos territórios afetados por eventos naturais perigosos desempenham um papel importante nesse sentido. Portanto, o risco pode ser considerado um produto da sociedade, pois a população é a principal influência na sua manifestação (Veyret, 2007).

Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade e gestão de risco urbano são ferramentas que podem ser utilizadas para avaliar e monitorar o desempenho das cidades em relação à sustentabilidade e ao gerenciamento de riscos ambientais, sociais e sanitários (Agra Filho et al.,

2020). Os indicadores de sustentabilidade urbana medem diferentes aspectos do desenvolvimento urbano sustentável, como o consumo de recursos naturais, a eficiência energética, a qualidade do ar e da água, o transporte sustentável, a preservação de áreas verdes e a equidade social.

Ao medir e monitorar os indicadores de sustentabilidade urbana, é possível identificar áreas que precisam de melhorias e estabelecer metas e políticas para promover um desenvolvimento urbano mais sustentável (Florissi, 2009). Já os indicadores de gestão de risco urbano são utilizados para avaliar a capacidade de uma cidade de lidar com desastres naturais, eventos climáticos extremos e outros riscos relacionados.

Esses indicadores levam em consideração fatores como o planejamento urbano resiliente, a infraestrutura de emergência, os sistemas de alerta precoce, a preparação da comunidade e a capacidade de recuperação pós-desastre. Ao monitorar os indicadores de gestão de risco urbano, as autoridades podem identificar áreas de vulnerabilidade e implementar medidas de redução de risco, como o mapeamento de áreas de risco, a implementação de códigos de construção mais rigorosos e a melhoria das infraestruturas de drenagem para evitar inundações (Moretti, 2022).

Além disso, esses indicadores podem ajudar a melhorar a preparação e responder a desastres, garantindo que a cidade esteja pronta para lidar com emergências. A escolha e definição dos indicadores de sustentabilidade e gestão de risco urbano devem ser prescritos em critérios científicos, consultas públicas e participação das partes interessadas (Rodrigues, 2014). Além disso, os indicadores devem ser acompanhados por sistemas eficazes de coleta de dados e monitoramento contínuo para garantir a precisão e o controle das informações transmitidas. Ao utilizar esses indicadores, as cidades podem tomar decisões mais rigorosas, implementar políticas adequadas e promover um desenvolvimento urbano mais sustentável e resiliente.

Os cidadãos devem se envolver em uma nova cultura de sustentabilidade, incorporando sensibilidade e compromisso com as questões ambientais em nosso dia a dia. A educação ambiental, em seu sentido mais amplo, revela-se como essencial para a criação dessa nova sociedade que almejamos, na qual, sem renunciar ao progresso e do desenvolvimento, sejamos mais solidários com os demais indivíduos e cuidemos do planeta que ainda nos sustenta, abriga e protege (Bravo, 2014).

2.3 Ocupação irregular em Campina Grande

O modelo de ocupação terrestre e o uso dos recursos naturais pelo homem possibilitaram o surgimento do risco e vulnerabilidades, visto que foi utilizado desenfreadamente o espaço. Embora este seja modificado por todos que o habitam para atender as suas necessidades, são os mais carentes e baixa renda que residem em áreas com más condições urbanísticas sanitárias e em situações de risco e degradação ambiental (Torres, 1997). Isso ocorre, pois são áreas desvalorizadas, públicas (sujeitas a invasões), apresentando características inerentes ao risco.

Através da história ambiental de uma localidade pode-se elaborar um panorama de como aquele espaço

geográfico (relação homem- espaço) se comporta ao longo dos anos, possibilitando a delimitação dos possíveis riscos e vulnerabilidades ambientais existentes. A história ambiental é um campo de estudo interdisciplinar que se concentra na interação entre as sociedades humanas e seu ambiente natural ao longo do tempo. Se desenvolveu nas últimas décadas do século XX, com o objetivo de compreender como os seres humanos interagiram com o meio ambiente em diferentes momentos históricos e como essas interações afetaram o meio ambiente e a sociedade (Meneses, 2022).

Para determinar se as modificações ocorridas foram profundas ou superficiais, é necessário acompanhar as formas de relação entre as pessoas e os lugares. Nesse sentido, o campo da história se preocupa com as interações entre a natureza e as sociedades humanas do passado, valorizando a importância do lugar e buscando associar a história humana aos sistemas naturais. A análise dessas relações permite compreender as mudanças ocorridas no ambiente e nas práticas sociais ao longo do tempo, possibilitando a identificação de transformações mais profundas ou superficiais (Aragão, 2020).

Na pesquisa de Melo (2021) sobre a história ambiental urbana de Campina Grande, pode-se concluir que a geração de emprego e renda oriunda da política de industrialização regional, atrelada à política municipal, dinamizou a economia da cidade. Percebeu-se o surgimento de novos bairros, e a construção de uma arquitetura que levou em conta uma linguagem moderna, atraindo profissionais das mais distantes cidades do país, principalmente, de Recife, Pernambuco, que construíram no local, novas paisagens urbanas modernas (Melo et al, 2021).

Nas últimas décadas, Campina Grande, município localizado na Paraíba, experimentou um expressivo aumento demográfico e processo de urbanização. Entretanto, a cidade sofre com a ausência de planejamento e gestão insuficiente de seus recursos naturais, principalmente hídricos, além da forte presença de políticas públicas de higienização. Tal situação tem permitido uma intensa concentração populacional em sua área urbana, com consequente transformação do seu espaço natural e surgimento de problemas estruturais (Pereira, 2012).

Nesse contexto, o conceito de meio ambiente ganha destaque por estar intrinsecamente ligado à ideia de território. O ambiente é um espaço complexo que envolve elementos como ar, solo, água, plantas, animais e seres humanos, além de todas as condições econômicas e sociais que afetam a vida das espécies em geral. Dessa forma, o meio ambiente é constantemente afetado por impactos diversos, exigindo cuidados, ponderações e conhecimentos para garantir a preservação e sustentabilidade desse sistema complexo (Escobar; Aguiar, 2014).

O ambiente residencial é propício para manter uma conexão positiva entre a pessoa e o ambiente. Identificar-se com uma categoria urbana, como um bairro, por exemplo, significa manter características específicas em comum com um grupo que compartilha o espaço, gerando um sentimento de pertencimento que direciona a forma como as pessoas envelhecem cotidianamente (Albuquerque; Gunther, 2019). Cada ciclo dessas

transformações resulta em modificações urbanas, arquitetônicas, faunísticas e florísticas, já que as cidades são também um espaço natural onde a cultura molda a experiência histórica e as relações entre seres humanos e outros animais, criando continuamente formas de territorialização (Aguiar, 2017).

Na pesquisa de Aguiar (2017) quando realizada a entrevista com um famoso arquiteto da cidade – Sr. Geraldino Duda – este afirma que Campina Grande tem uma vocação progressista, baseada na verticalização, visto que o horizontal é monótono, continuísta. Verticalizar é crescer, progredir. De acordo com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba (CREA-PB), Campina Grande teve um crescimento urbano exponencial nos últimos cinco anos, com a construção de cerca de cem novos prédios com mais de dez andares. No entanto, a falta de planejamento adequado para essa urbanização gera o aumento das temperaturas médias na cidade, criando ilhas de calor devido à falta de circulação do vento e às propriedades térmicas dos materiais usados nas edificações urbanas (Aguiar, 2017).

É importante destacar que o crescimento acelerado e moderno de Campina Grande nas últimas décadas não foi o único momento de intensa transformação na história da cidade. Dois momentos anteriores também foram marcantes: o primeiro ocorreu em 1904, quando os trilhos de trem de ferro chegaram à cidade como resposta ao próspero comércio de algodão, que havia dado a Campina Grande a alcunha de "Liverpool do Nordeste". O segundo momento foi em 1968, quando a BR-230 foi construída, interligando regiões industrializadas de João Pessoa e Campina Grande e tornando esta última sede da Federação das Indústrias do Estado da Paraíba até os dias de hoje (Aguiar, 2017).

A relação que o indivíduo tem com seu espaço de vivência é o palco das relações ambientais, de equilíbrio ou não. A partir do movimento segregatório dos espaços urbanos há uma divisão desigual dos direitos a cidade. Essa segregação resulta em disparidades significativas no acesso a serviços básicos, oportunidades educacionais, emprego, saúde e outros direitos fundamentais. Uma das principais áreas afetadas por essa segregação é o direito à habitação, que é reconhecido internacionalmente como um direito humano fundamental.

Portanto, a cidade supracitada se organiza para a modernidade, e oferece a população modificações na paisagem e influencia um êxodo rural significativo, pois as pessoas procuram melhorias de vidas e este estereótipo de possível igualdade existente na cidade ocasiona os problemas encontrados em todos os grandes centros

Quadro 01: Revisão sistemática de literatura

AUTOR E OBRA	OBJETIVOS	METODOLOGIA	RESULTADOS
SANTOS, Ana Carolina Nogueira. Vulnerabilidade sócio-ambiental em áreas de risco a enchentes: estudo de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) na cidade de Campina Grande-PB. 2017.	A caracterização das condições socioambientais das ZEIS: Catingueira, Riacho de Bodocongó/ Bairro das Cidades, Invasão de Santa Cruz e Invasão da Ramadinha II, institucionalizadas na	Foram coletados dados nas ZEIS e do Censo 2010 do IBGE para os setores censitários. Em seguida, as análises foram feitas usando as metodologias de Rezende (2015) para aspectos sociais e de	Foram apresentados cartogramas mostrando a vulnerabilidade social e a situação das ocupações nas margens do Rio Bodocongó, baseados nas variáveis analisadas.

brasileiros: onde a expansão das cidades são marcadas pelos grandes loteamentos oficiais voltados as camadas mais ricas e, em contrapartida pelos loteamentos irregulares ou clandestinos, ou seja, formação de periferias e ocupações indevidas, visto que a cidade não suporta a demanda. (Maia, 2010).

As políticas de habitação elaboradas pelo governo campinense visam uma melhor organização e valorização do espaço urbano, mas é sabido que não leva em consideração o sentimento de pertencimento, relações e interações homem-meio, disponibilidade de serviços básicos a todos etc. Percebe-se que as pessoas se tornam objetos de recepção de ações, embora deveriam ser agentes de transformação e elaboração de políticas que fossem atendê-los.

3 METODOLOGIA

A primeira etapa foi composta pela identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa que identificou 79 artigos pelas palavras-chave: risco ambiental urbano, gestão de risco, indicadores de risco e Campina Grande. A segunda etapa compreendeu a definição dos critérios de inclusão e exclusão do estudo, critérios de inclusão foram periódicos disponíveis na Plataforma Capes, Scielo, Elsevier e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, no período de 10 anos, em português e periódicos de acesso aberto; e de exclusão: periódicos duplicados, centros urbanos internacionais e revisões de literatura.

A terceira etapa foi realizada por meio da identificação dos estudos pré-selecionados: leitura dos resumos e títulos das publicações e organização dos estudos, restando 9 artigos. A quarta etapa abrangeu a categorização dos estudos selecionados, análise e a interpretação dos resultados e por fim, a apresentação da revisão e síntese do conhecimento. De início foram analisados os resumos dos periódicos possibilitando um maior alinhamento com o tema e resultou em 7 pesquisas disponíveis para leitura completa.

4 RESULTADOS

Após a análise dos artigos, dissertações e teses pode-se identificar algumas abordagens sobre os indicadores de risco nos estudos examinados. Cada documento apresenta uma metodologia distinta para avaliação de riscos, que foca em aspectos específicos de seus estudos de caso. Primeiramente foi esquematizado em quadro da revisão sistemática:

	cidade de Campina Grande-PB.	Carvalho (2011) para questões ambientais.	
CORDÃO, Maria José de Sousa et al. Gestão multiescala para sistemas urbanos sustentáveis de abastecimento de água. 2021.	Propor um modelo de gestão em multiescala para um Sistema Urbano de Abastecimento de Água Sustentável para a segurança hídrica urbana.	Análise espacial e multicritério com sistemas de informações geográficas para mapear riscos de desabastecimento de água e otimizar a gestão do abastecimento urbano.	O resultado principal é um modelo de gestão sustentável através de um quadro composto por 17 (dezesete) estratégias de gestão centralizadas e descentralizadas. Realizou-se um mapeamento de risco de desabastecimento de água para apoiar o sistema centralizado.
QUERINO, Luana Andrade Lima et al. Associação da variabilidade hídrica do açude Epitácio Pessoa e a autocorrelação espacial dos casos notificados por dengue em Campina Grande-PB. 2020.	Analisar a influência da variabilidade hídrica do açude Epitácio Pessoa sobre a proliferação do <i>Aedes aegypti</i> e ocorrência de casos por dengue no município de Campina Grande/PB, de janeiro de 2014 a dezembro de 2017.	Estudo epidemiológico ecológico com perfil descritivo	Observa-se que a visualização dessas localidades evidenciam a vulnerabilidade ambiental e a probabilidade da população destes bairros estarem suscetíveis a doenças transmitidas pelo <i>Aedes aegypti</i> .
MEDEIROS, Giselaire Maria Gomes de. Modelo conceitual para gestão de águas de drenagem urbana em regiões semiáridas. 2021.	Produzir um modelo conceitual para gestão de águas de drenagem de bacias urbanas que possa ser utilizado como ferramenta de planejamento dos espaços urbanos existentes, e que seja capaz de induzir a sustentabilidade da bacia hidrográfica.	A metodologia Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) também foi empregada para determinar os impactos ambientais potenciais, os riscos à saúde da população, e os danos à qualidade dos ecossistemas, associados à poluição da água pluvial urbana e os custos ambientais das emissões.	A interceptação do lançamento de esgoto foi a intervenção que apresentou menores custos de implantação, seguida dos reservatórios de detenção. A análise multicritério ordenou os cenários de intervenção que melhor contribuiu para gestão das águas de drenagem urbana no Riacho das Piabas em Campina Grande.
COSTA FILHO, Francisco das Chagas da. Metodologia de apoio à gestão de qualidade de água pluviais da macrodrenagem urbana em áreas de arranjos populacionais médios. 2020.	Desenvolver uma proposta metodológica para gestão sustentável de qualidade de águas pluviais da macrodrenagem urbana, em áreas de arranjos populacionais médios.	Utilizou grupos de indicadores de operação/manutenção, de instrumentos legais, físico-químicos e microbiológico escolhidos para auxiliar a classificação da gestão atual de qualidade das águas de drenagem de bacias urbanas em cenários distintos de gestão (eficiente, parcial e ineficiente).	A bacia do Riacho do Prado enfrenta diversos problemas urbanos e deterioração na qualidade da água do sistema de macrodrenagem. Além disso, há uma predominância de vulnerabilidade social média a alta, diversas classes de fragilidade ambiental e riscos ambientais variando de médios a muito altos.
VEIGA, Maria Eduarda Barbosa da. Robustez socioecológica da drenagem em uma bacia de configurações urbanas heterogêneas, 2022.	Analisar a governança da drenagem em uma bacia de ocupação heterogênea e com presença de assentamentos precários.	Análise dos SSE (<i>Social Ecological Systems</i>), análise dos princípios institucionais, análise da robustez das águas e SUDS (Sistemas de	A implementação de técnicas SUDS poderia garantir que o sistema ganhasse uma maior robustez, sobretudo com técnicas

		drenagem urbana sustentável).	baseadas na infiltração, a partir de mudanças nas percepções, aumento da confiança e incentivo ao monitoramento.
FREIRE, Josefa Rafaela Pessoa et al. Análise do sistema separador absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Campina Grande-Estudo de caso do Canal das Piabas. 2014.	Analisar o sistema separador absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Campina Grande, com base no estudo de caso do canal das Piabas.	Os indicadores de qualidade da água adotados neste trabalho foram turbidez, SST, DBO, DQO, OD e CTT, com a finalidade de identificar a existência de contaminação por esgoto.	A água do canal das Piabas se caracteriza como esgoto doméstico fraco, mostrando assim, que o sistema adotado não funciona como separador absoluto, expondo a população a riscos epidemiológicos, e comprometendo a qualidade dos corpos receptores.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Comparando as metodologias, cada estudo adapta sua análise de riscos ao contexto específico de seu objeto de estudo, com algumas abordagens focadas mais em fatores físicos e outras considerando aspectos socioeconômicos e ambientais.

Em Cordão (2021) há o foco no risco de desabastecimento de água, utilizando uma metodologia de avaliação espacial para identificar áreas de maior risco. Os indicadores utilizados incluem população residente, altimetria, distâncias aos reservatórios, e outras características urbanas que influenciam a disponibilidade de água. O primeiro critério é sobre a população residente, que afirma que quanto maior a população, maior a demanda por água e, conseqüentemente, maior o risco de desabastecimento, assim, a relação é linear e crescente.

Quanto ao critério de altimetria, quanto mais elevada for a área em consideração, maior é o risco de desabastecimento, associado aos desafios de bombeamento de água para altitudes maiores, que levou em consideração o Modelo Numérico de Terreno (MNT) (Tsuyuguchi de 2015, apud Cordão, 2021). A distâncias aos reservatórios, a distância às estações de tratamento de água e distância da rede são outros indicadores, pois quanto mais distante um local estiver do reservatório de distribuição de água, maior é o potencial de risco de desabastecimento (Cordão, 2021).

O número de domicílios não atendidos está relacionado a outro indicador que é o de renda, visto que estabelece que quanto menor a renda da comunidade, maior o risco de desabastecimento. Para a autora, esses indicadores montam um quadro multidimensional do risco de desabastecimento, considerando fatores geográficos, socioeconômicos e infraestruturais. Eles são vitais para uma gestão de risco eficaz e para o desenvolvimento de estratégias que possam mitigar os riscos identificados.

Costa Filho (2020) corrobora com os indicadores de Cordão (2021), visto que o estudo analisa a vulnerabilidade social como um indicador de risco, explorando como a precariedade dos serviços urbanos e condições socioeconômicas influenciam a vulnerabilidade a riscos ambientais em áreas urbanas. O autor identificou indicadores para definir cenários de gestão de risco que podem ser resumidos em três categorias: operação e manutenção (Relacionados à manutenção do sistema de

drenagem), instrumentos legais (implementação de planos diretores e de saneamento que estabelecem diretrizes para a qualidade da água) e físico-químicos e microbiológico (medição de indicadores físico-químicos e microbiológicos) (Costa Filho, 2020).

De acordo com o autor, esses indicadores são essenciais para avaliar a eficácia da gestão da qualidade da água e os aspectos ambientais relacionados ao sistema de drenagem urbana e criar medidas mitigadoras de riscos na área de estudo. As medidas mitigadoras são essenciais para fortalecer a gestão ambiental e social em áreas urbanas. Elas incluem a aplicação de vegetação em espaços públicos, projetos de urbanização que promovam a infiltração de água, fiscalização e incentivo à compostagem e ao saneamento individual. Para a gestão da qualidade da água de drenagem, destacam-se a educação ambiental, o investimento em saneamento básico, e a atualização dos instrumentos legais. Tais medidas visam reduzir a fragilidade ambiental, melhorar a resiliência social e garantir uma gestão de qualidade da água mais eficiente e sustentável (Costa Filho, 2020).

Em Santos (2017), há a conexão entre perigo, suscetibilidade, risco e vulnerabilidade, destacando a importância de entender tanto os elementos físicos quanto a capacidade de resposta da população aos eventos de risco, especialmente em áreas suscetíveis a enchentes. As análises sociais e ambientais indicam altos níveis de vulnerabilidade nas ZEIS estudadas. Identificou-se os fatores de risco social, que incluem a predominância de domicílios chefiados por mulheres jovens ou idosas, famílias numerosas, muitos moradores sem renda e presença significativa de crianças.

Quanto aos riscos ambientais, foram evidenciados pela falta de saneamento básico, com muitos domicílios sem esgotamento sanitário e pela presença de lixo nas margens do rio, contribuindo para enchentes. Outro fator preponderante foi o baixo rendimento domiciliar per capita sugere a necessidade de ações governamentais para aumentar as capacitações e melhorar a renda das famílias. Do ponto de vista ambiental, as alterações nos canais fluviais, as ocupações irregulares nas margens do rio e o alto grau de urbanização intensificam os riscos de enchentes (Santos, 2017).

Na associação de riscos e vulnerabilidades por uma ótica social, Veiga (2022) foca na vulnerabilidade e riscos em gestão de desastres, especialmente inundações, discutindo como a vulnerabilidade social e a desigualdade intensificam os riscos de desastres. A dissertação ressalta a importância de compreender, avaliar e tratar os riscos para garantir o cumprimento de metas organizacionais.

Medeiros (2020) nessa perspectiva, aborda a avaliação de impacto ambiental de águas de drenagem, considerando fatores como a carga orgânica e a modelagem de cenários para identificar os impactos ambientais potenciais. No ambiente urbano do estudo, a compreensão detalhada dos sistemas de drenagem é crucial. Através da modelagem hidrológica do riacho das Piabas, considerando cenários variados, foi possível analisar a estrutura urbana utilizando imagens de satélite e técnicas de geoprocessamento. O software SWMM modelou eficazmente a microbacia do riacho das Piabas, e os dados foram incorporados na Análise do Ciclo de Vida (ACV) para avaliar a sustentabilidade, apontando o esgoto como o maior contribuinte para os impactos ambientais negativos.

A ACV também destacou riscos significativos para a saúde humana devido à poluição difusa e sugeriu intervenções para mitigar esses impactos, priorizando a interceptação de esgotos e a implementação de infraestruturas de baixo impacto (Medeiros, 2020). A análise multicritério complementou a ACV, organizando cenários de intervenção para uma gestão mais sustentável das águas urbanas. O estudo enfatiza a necessidade de investimentos e políticas públicas direcionadas para melhorar a gestão do saneamento no Brasil, destacando a carência de dados nacionais e a importância de um modelo conceitual integrado para o planejamento urbano das águas pluviais.

Esses estudos apresentam diferentes metodologias para analisar riscos, variando de análises focadas em vulnerabilidades sociais e desigualdades até modelos mais técnicos que avaliam impactos ambientais em termos quantitativos. Cada abordagem é adaptada ao contexto específico do estudo, ressaltando a complexidade e a necessidade de métodos diversificados para abordar a questão dos riscos em diferentes cenários.

O estudo de Querino (2020) investiga os impactos da contaminação química em corpos d'água de áreas urbanas, especificamente o arsênio. O risco é avaliado através da toxicidade do arsênio, considerando indicadores como a concentração no ambiente e a exposição humana. O estudo utiliza dados de monitoramento ambiental para modelar a distribuição do contaminante e avalia o risco com base em diretrizes de segurança ambiental no Açude Epitácio Pessoa que abastece a cidade de Campina Grande/PB.

A autora propõe um sistema de abastecimento de água urbano sustentável, envolvendo estratégias para fortalecer a segurança hídrica. Os indicadores de risco destacados incluem crises hídricas frequentes, a urgência de universalizar o saneamento e a necessidade de integrar novas tecnologias e comportamentos para otimizar o uso da água disponível nas cidades. O estudo identificou um alto índice de perdas de água e uma dependência de uma fonte centralizada de abastecimento, com uma necessidade

clara de melhorar a eficiência e a equidade no serviço de água (Querino, 2020).

O mapeamento de riscos utilizando GIS-MCDA foi fundamental para determinar áreas com maior vulnerabilidade à escassez hídrica, crucial para aperfeiçoar o planejamento de um sistema de abastecimento sustentável. Além disso, o estudo destacou os riscos à saúde associados à proliferação do *Aedes aegypti* em condições de racionamento de água, sublinhando a interconexão entre gestão hídrica e saúde pública. Os resultados também apontam para a relevância da análise espacial na vigilância ambiental, que pode melhorar a identificação de áreas de risco e auxiliar no planejamento de ações educativas focadas no controle do *Aedes aegypti*, principalmente durante períodos de escassez hídrica, contribuindo para a saúde pública e redução dos riscos de epidemias (Querino, 2020).

A última análise de indicadores foi realizada em Freire (2014), que foca no risco associado a eventos climáticos extremos, particularmente inundações em áreas urbanas. Os indicadores de risco incluem a frequência e intensidade das precipitações, a topografia urbana e a densidade populacional. O estudo aplica modelos hidrológicos e estatísticos para prever áreas de alto risco de inundação, integrando estes indicadores em um sistema de informação geográfica para visualização e análise.

O desenvolvimento socioeconômico dos indivíduos é um componente crítico para a efetividade da gestão ambiental, visto que populações com amplo acesso a recursos educacionais, serviços de saúde, habitação adequada, e oportunidades de lazer e cultura tendem a engajar-se menos em práticas insustentáveis. Portanto, urge que os gestores públicos reformulem as estratégias de administração, enfatizando abordagens sustentáveis que integrem dimensões sociais e ambientais. Na ausência dessa reorientação, a preservação ou aperfeiçoamento da qualidade das águas em sistemas urbanos de drenagem será cada vez mais desafiadora (Costa Filho, 2020; Santos, 2017; Freire, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esses estudos abordam riscos específicos associados a contaminações químicas e eventos climáticos, utilizando indicadores técnicos e ambientais para modelar e prever riscos em contextos urbanos. Ambos integram dados científicos com ferramentas de modelagem para proporcionar uma compreensão mais clara dos riscos e potencializar a tomada de decisão em políticas públicas e gestão de risco.

A análise dos estudos recentes compartilhados indica que a literatura sobre indicadores de gestão de risco urbano em Campina Grande nos últimos dez anos é limitada, principalmente a estudos de drenagem urbana e abastecimento hídrico eficaz e contínuo. Uma possível justificativa para esta lacuna pode ser atribuída à concentração de esforços e recursos em áreas imediatas de crise e necessidade. A região de Campina Grande enfrenta questões críticas de abastecimento de água e infraestrutura hídrica desafiadora, e talvez tenham priorizado a implementação de soluções práticas e emergenciais.

A recente crise hídrica, naturalizada pelos residentes da cidade como evidenciado nos estudos, pode

ter direcionado a atenção para estratégias de curto prazo e respostas a emergências, postergando a pesquisa acadêmica que muitas vezes é de natureza mais teórica e de longo prazo. Essa urgência pode ter suprimido discussões acadêmicas mais profundas sobre o desenvolvimento e aplicação de indicadores de gestão de risco na governança urbana de Campina Grande.

REFERÊNCIAS

AGRA FILHO, Severino Soares; MARINHO, Márcia Mara; DOS SANTOS, Rejane de A. Santana. Indicadores de sustentabilidade ambiental urbana: uma análise comparativa com os indicadores nacionais propostos para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). **Bahia Análise & Dados**, v. 29, n. 2, p. 195-213, 2019.

AGUIAR, J. O. História Ambiental Urbana E. As Mobilizações De Ongs Em Defesa Do Meio Ambiente E Contra A Verticalização: o caso de Campina Grande, PB (1996-2015). **Projeto História, São Paulo-SP**, n. 58, p. 210-239. 2017.

ALBUQUERQUE, Dayse da Silva Albuquerque; GUNTHER, Isolda de Araújo. Onde em nós a casa mora? Os ambientes residenciais nas relações pessoa-Ambiente. IN: ___ HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto; KUHNEN, Ariane; PATO, Claudia. **Psicologia Ambiental em contextos urbanos**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/196574/Livro%20Psicologia%20Ambiental%20em%20Contextos%20Urbanos.pdf?sequence=1>, acesso em: março, 2024.

ARAGÃO, Éverton Alves. Nordeste: escrevendo uma História Ambiental. **Epígrafe**, v. 8, n. 8, p. 86-109, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/epigrafe/article/download/153473/159801>. Acesso em: abril, 2023.

BRAVO, Álvaro Sánchez. Derechos Humanos y Políticas Públicas Ambientales. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 11, n. 2, 2014.

COSTA FILHO, Francisco das Chagas da. **Metodologia de apoio à gestão de qualidade de água pluviais da macrodrenagem urbana em áreas de arranjos populacionais médios**. Campina Grande: Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 155p. 2020.

CORDÃO, Maria José de Sousa et al. **Gestão multiescala para sistemas urbanos sustentáveis de abastecimento de água**. 154p. 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/21950>. Acesso em: março, 2024.

FLORISSI, Elena. **Desenvolvimento urbano sustentável: um estudo sobre sistemas de indicadores de sustentabilidade urbana**. 2009. Dissertação (Mestrado).

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

FREIRE, J. R. P. **Análise do sistema separador absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Campina Grande - Estudo de caso do Canal das Piabas**. 2014. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2014.

LOPES, Frederico W. et al. **Bacias hidrográficas como unidade de análise de processo de expansão urbana desordenada: o caso da Bacia do Córrego do Nado – Belo Horizonte/MG**. Rio de Janeiro: Geo UERJ/Dep. Geog. Da UERJ, 2003, p.1985-2002.

MAIA, Doralice Sátyro. **A periferização e a fragmentação da cidade: loteamentos fechados, conjuntos habitacionais populares e loteamentos irregulares na cidade de Campina Grande-PB, Brasil**. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138- 788. Depósito Legal: B. 21.741-98 Vol. XIV, núm. 331 (80), 1 de agosto de 2010.

MEDEIROS, Giselaíne Maria Gomes de. **Modelo conceitual para gestão de águas de drenagem urbana em regiões semiáridas**. 2021. 229f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

MENEZES, Danilo Wilson Lemos et al. **Entre a devastação e a conservação: uma história ambiental da Mata do Buraquinho-Paraíba (1585-2014)**. 2022. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/26280/1/DaniloWilsonLemosMenezes_Dissert.pdf. Acesso em: março, 2023.

MORETTI, Julia Azevedo. **Gestão de risco e propriedade: um estudo de caso sobre qualificação da segurança em ocupações no centro de São Paulo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2022.

PEREIRA, S.S. **Reflexões sobre o processo de urbanização e a necessidade de gestão ambiental: o caso dos resíduos de serviços de saúde da cidade de Campina Grande/PB**. **Reunir: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade**, v. 2, p. 87-103, 2012.

QUERINO, Luana Andrade de Lima. **Associação da variabilidade hídrica do açude Epitácio Pessoa e a autocorrelação espacial dos casos notificados por dengue em Campina Grande-PB**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, – Campina Grande, 148p. 2020.

RODRIGUES, Tiago. **O estabelecimento de objetivos e indicadores de sustentabilidade para avaliação**

ambiental estratégica aplicada a planos de desenvolvimento urbano. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2014.

SANTOS, Ana Carolina Nogueira. **Vulnerabilidade sócio-ambiental em áreas de risco a enchentes: estudo de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) na cidade de Campina Grande-PB.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2017.

TORRES, Haroldo da G. **Desigualdade ambiental na cidade de São Paulo.** Tese (Doutorado em Sociologia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 1997.

UMBELINO, Glauco. **Crescimento Populacional, Meio Ambiente e Qualidade de Vida** - um estudo a partir da Rede de Localidades Centrais do Brasil. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2004. (Monografia de Graduação).

UMBELINO, Glauco.SATHLER, Douglas. MACEDO, Diego .FELIPPE, Miguel. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a preservação dos recursos hídricos e estudos de vulnerabilidade socioambiental. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5541-5549.

VEYRET, Yvette. **Os Riscos** – o Homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VEIGA, Maria Eduarda Barbosa da. **Robustez socioecológica da drenagem em uma bacia de configurações urbanas heterogêneas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – Campina Grande, 2022. 108p. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/25040>. Acesso em: março, 2024.
