

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS**

JHENIFFER ROSÉNI SOUZA MONTEIRO

**PLANEJAMENTO URBANO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA: AVALIAÇÃO DAS
ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO NA CIDADE DO RECIFE**

São Paulo

2024

Jheniffer Roséni Souza Monteiro

**PLANEJAMENTO URBANO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA: AVALIAÇÃO DAS
ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO NA CIDADE DO RECIFE**

**URBAN PLANNING AND CLIMATE RESILIENCE: EVALUATION OF
ADAPTATION STRATEGIES IN THE CITY OF RECIFE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis**.

ORIENTADORA: PROFA. DRA. TATIANA
TUCUNDUVA PHILIPPI CORTESE.

São Paulo

2024

Monteiro, Jheniffer Roséni Souza.

Planejamento urbano e resiliência climática: avaliação das estratégias de adaptação na cidade do Recife. / Jheniffer Roséni Souza Monteiro. 2024.

125 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2024.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Tatiana Tucunduva Philippi Cortese

PLANEJAMENTO URBANO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA: AVALIAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO NA CIDADE DO RECIFE

Por

Jheniffer Roséni Souza Monteiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, sendo a banca examinadora formada por:

Profa. Dra. Debora Sotto – Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo – IEA-USP

Profa. Dra. Tatiana Tucunduva Philippi Cortese – Universidade Nove de Julho – UNINOVE - ORIENTADORA

Profa. Dra. Heidy Rodriguez Ramos – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Profa. Dra. Cintia Elisa de Castro Marino – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

São Paulo, 17 de dezembro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sebastião Peres Monteiro e Rosenir de Souza Monteiro, que sempre foram fontes inesgotáveis de apoio e amor, nunca medindo esforços para garantir que eu tivesse acesso à educação, com valores sólidos e princípios que me guiaram ao longo dessa jornada.

Ao meu esposo, Paulo Rodrigo Ursulino dos Santos, pelo constante apoio emocional. Sua presença foi fundamental para que eu seguisse em frente com determinação.

À minha orientadora, Professora Dra. Tatiana Cortese, minha gratidão por acreditar no meu potencial e me incentivar a explorar a ciência climática. Seu incentivo me permitiu alcançar um marco especial: ser a primeira da minha família a ingressar na pós-graduação. Sua dedicação, orientação atenta e participação ativa nos debates mais importantes sobre o tema foram essenciais para o desenvolvimento e amadurecimento desta pesquisa.

À Universidade Nove de Julho e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, minha gratidão pelo conhecimento compartilhado e pelas valiosas oportunidades acadêmicas que me foram oferecidas.

Às Professoras Doutoras Débora Sotto, Heidy Ramos e Cintia Marino, que gentilmente aceitaram o convite para participar da minha banca. Suas valiosas contribuições e reflexões ajudaram a moldar e direcionar o percurso do trabalho, enriquecendo-o com novas perspectivas e soluções.

Aos meus colegas de jornada e aos amigos do grupo de pesquisa, do RUA, em especial à minha querida amiga Bárbara Dantas, sua amizade foi uma fonte constante de motivação e encorajamento ao longo de todo esse processo.

E, finalmente, ao meu querido amigo Professor Geraldo Fantin, por sempre me incentivar a valorizar o conhecimento como o mais eficaz e duradouro instrumento de transformação social. Suas palavras e ensinamentos foram fundamentais para que eu mantivesse o foco em minha missão acadêmica e social.

A todos, minha sincera gratidão.

RESUMO

Este estudo examina o papel do planejamento urbano na adaptação às mudanças climáticas, com foco no Recife, uma cidade que enfrenta desafios como inundações, elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos. Essas condições comprometem a qualidade de vida da população e demandam estratégias urbanas eficazes. A pesquisa investiga como Recife incorpora medidas de adaptação climática no planejamento urbano, evidenciando avanços e identificando lacunas. A metodologia, de natureza qualitativa, combina a técnica de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) baseada no protocolo PRISMA, estudo de caso e análise de conteúdo. A partir da RSL, foi desenvolvida uma matriz de análise composta por 12 categorias, que serviram como referência para a avaliação. Os resultados revelam iniciativas significativas, como o Plano 500 e o Plano Local de Ação Climática, que representam avanços importantes. No entanto, persistem desafios, como a ausência de Planos Setoriais de Adaptação e a falta de regulamentação de políticas essenciais, como o Plano de Drenagem e a Política Municipal de Fomento à Agricultura Urbana. Conclui-se que, embora Recife tenha alcançado progressos notáveis, é fundamental avançar na regulamentação e implementação de políticas climáticas mais robustas.

Palavras-chave: mudanças climáticas; resiliência climática; cidades inteligentes; desastres; planejamento urbano.

ABSTRACT

This study examines the role of urban planning in climate change adaptation, focusing on Recife, a city facing challenges such as floods, sea level rise, and extreme weather events. These conditions compromise the population's quality of life and demand effective urban strategies. The research investigates how Recife incorporates climate adaptation measures into urban planning, highlighting progress and identifying gaps. The qualitative methodology combines the Systematic Literature Review (SLR) technique based on the PRISMA protocol, case studies, and content analysis. Based on the SLR, an analysis matrix comprising 12 categories was developed, serving as a reference for the evaluation. The results reveal significant initiatives, such as the "Plano 500" and the Local Climate Action Plan, which represent important advances. However, challenges persist, such as the absence of Sectoral Adaptation Plans and the lack of regulation for essential policies, such as the Drainage Plan and the Municipal Policy for the Promotion of Urban Agriculture. It is concluded that, although Recife has achieved remarkable progress, advancing the regulation and implementation of more robust climate policies is essential.

Keywords: climate change; climate resilience; smart cities; disasters; urban planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do trabalho	17
Figura 2 - Interação entre Vulnerabilidade, Exposição e Ameaças Climáticas na Determinação do Risco	24
Figura 3 - Abordagem metodológica dos objetivos específicos	43
Figura 4 - Etapas da RSL	45
Figura 5 - Palavras-chave das fontes de pesquisa	46
Figura 6 - Critérios de inclusão e exclusão de dados.....	47
Figura 7 - Fluxograma da RSL	49
Figura 8 - Lista de documentos consultados	51
Figura 9 - Tópicos populares	53
Figura 10 - Distribuição geográfica dos artigos	54
Figura 11 - Distribuição dos artigos por metodologia	55
Figura 12 - Abordagens dos artigos	56
Figura 13 - Distribuição dos artigos da amostra final por periódico	57
Figura 14 - Nuvem de palavra dos artigos	58
Figura 15 - Rede de coocorrência dos artigos	59
Figura 16 - Distribuição de menções aos tipos de desastres nos artigos analisados	60
Figura 17 - Matriz de análise de adaptação climática	70
Figura 18 - Riscos Críticos para a Cidade do Recife por ameaça	75
Figura 19 - Linha do tempo das políticas públicas climáticas do Recife	76
Figura 20 - Localização geográfica do Recife	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COMCLIMA	Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas
GECLIMA	Grupo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISDR	Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres
NAU	Nova Agenda Urbana
NAZCA	<i>Non-State Actor Zone for Climate Action</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
Prisma	<i>Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses</i>
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.1.1	Questão de Pesquisa	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.3	JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	2.1 DESAFIOS CLIMÁTICOS NAS CIDADES: VULNERABILIDADE, RISCOS E ADAPTAÇÃO	19
3.2	2.2 CIDADES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: INTERFACE COM O ORDENAMENTO TERRITORIAL E O PLANEJAMENTO URBANO	29
3.3	2.3 GOVERNANÇA E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NAS CIDADES.....	38
3.	METODOLOGIA.....	43
3.4	ABORDAGEM METODOLÓGICA DA FASE 1.....	44
3.5	ABORDAGEM METODOLÓGICA DA FASE 2.....	50
4.	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	53
4.1	OBSERVAÇÕES GERAIS.....	53
4.2	CATEGORIAS DA MATRIZ DE ANÁLISE	61
4.2.1	Assentamentos Informais	62
4.2.2	Drenagem Urbana.....	62
4.2.3	Financiamento	63
4.2.4	Gestão de Recursos Naturais	64

4.2.5	Governança.....	64
4.2.6	Infraestrutura Urbana	65
4.2.7	Mobilidade urbana.....	66
4.2.8	Recursos hídricos	66
4.2.9	Saneamento básico	67
4.2.10	Saúde Pública	68
4.2.11	Segurança Alimentar	68
4.2.12	Vulnerabilidade	69
4.3	MATRIZ DE ANÁLISE	70
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
3.6	5.1 DESAFIOS E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CIDADE DO RECIFE	74
3.7	5.2 POLÍTICAS PÚBLICAS	76
3.8	5.3 CATEGORIAS DA MATRIZ DE ANÁLISE	79
5.3.1	Assentamentos informais.....	79
5.3.2	Drenagem Urbana.....	81
5.3.3	Financiamento	82
5.3.4	Gestão de Recursos Naturais	83
5.3.5	Governança.....	84
5.3.6	Infraestrutura Urbana.....	85
5.3.7	Mobilidade urbana.....	86
5.3.8	Recursos hídricos	87
5.3.9	Saneamento básico	88
5.3.10	Saúde Pública	89
5.3.11	Segurança Alimentar	90
5.3.12	Vulnerabilidade	91

5.4	MATRIZ DE ANÁLISE	92
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
	REFERÊNCIAS	101
	APÊNDICE A – ARTIGOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	117
	APÊNDICE B – LISTA DE VERIFICAÇÃO PRISMA.....	120

1. INTRODUÇÃO

O impacto dos fenômenos sobre as populações não é um tema novo para discussão. Os cientistas situam o início do chamado Antropoceno na segunda metade do século XIX, o período em que a atividade humana passa a dominar o desenvolvimento dos ecossistemas globais (Luca *et al.*, 2021).

Com o passar do tempo desde a revolução industrial, os GEE emitidos pela atividade humana vêm comprometendo o aquecimento global em 1.1°C atual acima de 1850–1900 em 2011–2020. Nesse mesmo período, as emissões globais GEE aumentaram, em razão das contribuições históricas e contínuas desiguais decorrentes do uso insustentável de energia, do uso e das alterações do solo, dos estilos de vida e dos padrões de consumo e produção entre regiões, entre e dentro dos países, e entre países e indivíduos (IPCC, 2014). Somem-se a isso eventos climáticos extremos mais frequentes e intensos. O desafio global inadiável impõe-se em mitigar o efeito desses fenômenos sobre a vulnerabilidade e a incapacidade de lidar com eles que resultam em perdas humanas e materiais significativos (Santos & Cortese, 2022).

A crise climática, a mais grave e urgente, põe em xeque a capacidade de resposta das cidades na implementação de políticas de mitigação desse desastre (Scheuer *et al.*, 2017). Em resposta às mudanças climáticas antropogênicas, foram firmados acordos para reduzir as emissões de carbono e limitar os efeitos e a magnitude das mudanças climáticas (Reynard *et al.*, 2021). O Protocolo de Quioto conduziu à redução das emissões em alguns países e foi fundamental para o desenvolvimento de capacidade nacional e internacional para a comunicação de GEE (IPCC, 2023)

Em 2015, durante a COP21, foram estabelecidas metas globais ambiciosas para reduzir os GEE, as quais foram ratificadas por quase duzentos países signatários do Acordo de Paris. Cada país apresentou sua "Contribuição Nacionalmente Determinada", delineando metas e compromissos a serem alcançados (Almeida *et al.*, 2023).

Este acordo tornou imperativo o combate às alterações climáticas, representando um esforço internacional significativo para limitar o aquecimento global a 2°C e promover um futuro sustentável de baixas emissões de carbono (Wiktorowicz *et al.*, 2018). Como resultado, o Acordo de Paris traça objetivos concretos para controlar as mudanças climáticas, visando manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C e comprometendo-se a reduzir as emissões de gases nocivos à saúde (Chu *et al.*, 2018).

Outros acordos globais influenciam as respostas às mudanças climáticas, incluindo o Marco de Sendai para Redução de Riscos e Desastres (2015-2030), a Agenda de Ação de Adis Abeba direcionada ao financiamento (2015), a Nova Agenda Urbana, NAU, (2016) e a Emenda de Kigali ao Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (2016) (IPCC, 2023). Além disso, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada em 2015 pelos Estados membros da ONU, com vistas à neutralidade climática, traçando metas para reduzir as vulnerabilidades e os impactos alinhados com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ODS (Codemo *et al.*, 2021).

Os ODS representam um roteiro importante para orientar a diplomacia econômica global nas próximas décadas, oferecendo uma perspectiva abrangente do mundo e uma abordagem sistemática para resolver questões globais (Almeida *et al.*, 2023). O ODS-13 refere-se especificamente à ação climática, expressando o compromisso global de adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos. O ODS-11, por outro lado, expressa o compromisso de tornar as cidades e os assentamentos humanos seguros, resilientes e sustentáveis (Codemo *et al.*, 2021).

Tanto o ODS-13 quanto o ODS-11 estão alinhados aos objetivos estratégicos e ações da NAU. Esta agenda prevê expressamente que cidades e assentamentos humanos aprovelem e implementem políticas de redução e gestão de riscos de desastres, diminuam a vulnerabilidade, desenvolvam resiliência e capacidade de resposta a perigos naturais e de origem humana, além de promoverem a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas (Tabucanon *et al.*, 2021).

Em razão de sua complexidade e conexão com outros fatores ambientais, sociais e econômicos, leve-se em consideração que as inter-relações de estratégias, setores e metas com outros ODS. Para atingir efetivamente as metas climáticas em áreas urbanas, essa complexidade exige novas abordagens que considerem as metas de forma integrada (Codemo *et al.*, 2021).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

As mudanças climáticas são uma realidade inegável que impacta de forma significativa as cidades ao redor do mundo, expondo-as a riscos como inundações, ondas de calor e aumento do nível do mar (Di Giulio *et al.*, 2019). Esses desafios tornam-se ainda mais complexos em um cenário de urbanização acelerada, que intensifica seus efeitos e coloca as cidades em uma posição central tanto na mitigação das causas quanto na adaptação aos impactos desse fenômeno (Yulia & Arlianda, 2020; Estrada *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o planejamento urbano surge como uma abordagem essencial para enfrentar os desafios climáticos. Ele desempenha um papel estratégico ao organizar o crescimento espacial das cidades, definindo metas, instrumentos e processos que integram diferentes esferas de governança e interesses setoriais (Chu *et al.*, 2018). Além de orientar o desenvolvimento sustentável, o planejamento urbano é fundamental para articular ações que promovam tanto a mitigação quanto a adaptação (Asadzadeh *et al.*, 2023).

Entre essas ações, a adaptação climática ganha destaque como uma estratégia indispensável. Trata-se do processo de ajuste aos impactos das mudanças climáticas, com o objetivo de reduzir danos potenciais e aproveitar oportunidades, enquanto a resiliência climática refere-se à capacidade de um sistema, como uma cidade, de se preparar, resistir e se recuperar diante de eventos extremos ou mudanças de longo prazo (IPCC, 2014). A importância da adaptação foi amplamente reconhecida após o Acordo de Paris, que incentivou estados, regiões e, especialmente, cidades, a adotar medidas para enfrentar os impactos climáticos em cooperação com outros atores públicos e privados (Grażyna, 2022).

No Brasil, as projeções climáticas indicam impactos sociais e econômicos significativos ao longo deste século, especialmente nas áreas urbanas, que concentram grande parte da população e infraestrutura do país. Apesar de avanços na mitigação, a adaptação climática recebeu menos atenção na agenda governamental, com o primeiro Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) sendo introduzido apenas em 2016, evidenciando a necessidade de maior urgência no desenvolvimento de estratégias de longo prazo (Di Giulio *et al.*, 2018).

Recife, uma das capitais brasileiras mais vulneráveis às mudanças climáticas, exemplifica os desafios enfrentados pelas cidades do país. Com localização geográfica marcada por baixa altitude e proximidade ao nível do mar, somada a um ritmo acelerado de urbanização, a cidade enfrenta problemas como inundações frequentes, aumento do nível do mar e eventos climáticos extremos que comprometem a qualidade de vida de seus habitantes (IPCC, 2014). Nesse cenário, a implementação de estratégias urbanas resilientes torna-se indispensável para mitigar os impactos climáticos e garantir um futuro sustentável para Recife.

1.1.1 Questão de Pesquisa

Os governos municipais em todo o mundo estão na vanguarda do enfrentamento das mudanças climáticas (Dolman *et al.*, 2020). Contudo, ainda há incertezas sobre a capacidade desses governos em se preparar para os riscos de desastres decorrentes desse fenômeno. Nesse

contexto, torna-se essencial avaliar em que medida as cidades estão incorporando medidas de adaptação climática em seus instrumentos de planejamento urbano. Diante disso, a seguinte questão emerge: Como o município do Recife está integrando medidas de adaptação climática para mitigar os riscos de desastres associados às mudanças climáticas em seus instrumentos de planejamento urbano?

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos desta dissertação foram definidos da seguinte forma:

1.2.1 Geral

Avaliar como Recife tem incorporado os desafios da adaptação aos efeitos das mudanças climáticas no planejamento urbano.

1.2.2 Específicos

OE 1 – Identificar, por meio de estudos acadêmicos, os instrumentos de planejamento urbano voltados à adaptação climática em nível urbano, para embasar a construção de uma matriz de análise de adaptação climática.

OE 2 – Elaborar uma matriz de análise de adaptação para avaliar estratégias de planejamento urbano voltadas à resiliência climática.

OE 3 – Aplicar a matriz de análise ao município do Recife, avaliando a integração de medidas de adaptação climática nos instrumentos de planejamento urbano e analisando os resultados obtidos no contexto local.

1.3 JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA

A intensificação das mudanças climáticas tem desafiado cidades em todo o mundo, exigindo a transição de políticas de mitigação para estratégias de adaptação climática integradas aos instrumentos de planejamento urbano, como zoneamento e planos (Codemo *et al.*, 2021). Essa integração é essencial, pois o planejamento urbano desempenha um papel central na

antecipação e redução dos impactos das mudanças climáticas, alinhando desenvolvimento sustentável e resiliência (Di Giulio *et al.*, 2018).

Com mais de 60% da população mundial vivendo em áreas urbanas até 2030, o impacto das cidades no consumo de recursos naturais e nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) será expressivo, tornando os centros urbanos atores-chave para enfrentar a crise climática (Pietrapertosa *et al.*, 2019). No Brasil, a realidade é ainda mais complexa: 87% da população vive em áreas urbanas, enfrentando desafios que variam significativamente em função das dimensões continentais do país (Perez *et al.*, 2020).

Apesar da autonomia administrativa e fiscal dos municípios brasileiros (Constituição, 1988), a ausência de financiamento permanente e apoio técnico para ações climáticas locais limita sua capacidade de resposta (Zengerling *et al.*, 2022). Nesse cenário, a adaptação climática precisa ser incorporada de forma estratégica às políticas e ações existentes, especialmente ao planejamento urbano, para que as cidades possam se preparar de maneira mais eficaz (Di Giulio *et al.*, 2018).

Recife destaca-se como um caso emblemático no Brasil. Localizada em uma região vulnerável a inundações e ao aumento do nível do mar, a cidade enfrenta desafios crescentes relacionados à resiliência climática. Em 2019, Recife tornou-se a primeira cidade brasileira a declarar Emergência Climática, demonstrando um reconhecimento político da urgência de integrar as mudanças climáticas ao planejamento urbano (ICLEI, 2020). Contudo, ainda não está suficientemente claro como essas questões têm sido integradas aos seus instrumentos de planejamento urbano.

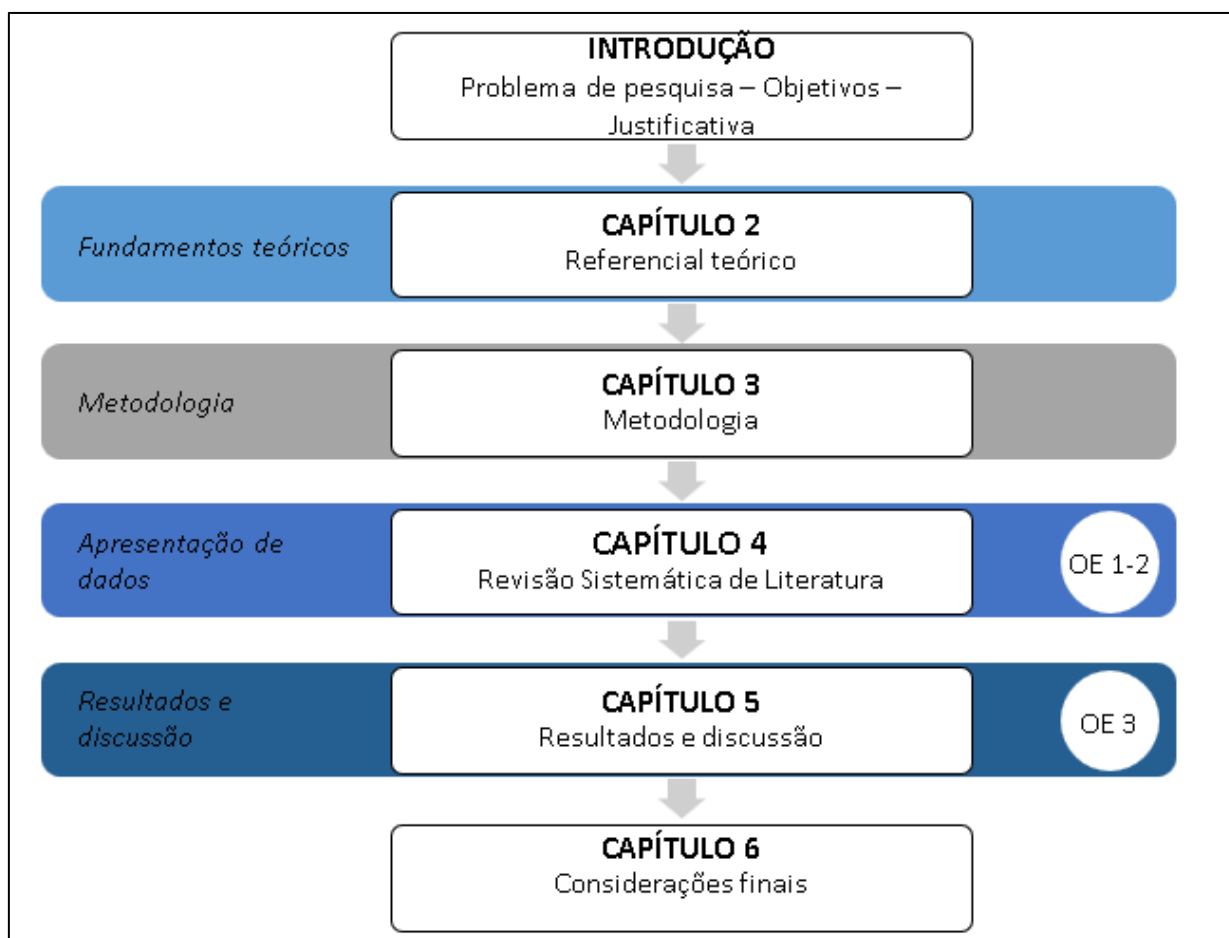
Este estudo justifica-se pela necessidade de avaliar como cidades, em particular Recife, estão lidando com os desafios de adaptação climática, identificando lacunas e oportunidades para fortalecer sua resiliência urbana. Ainda, está alinhado com os ODS, especificamente, ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) ao identificar instrumentos de planejamento urbano (OE 1) e avaliar estratégias que fortaleçam a resiliência climática, promovendo cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis. Além disso, o estudo reforça o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) ao desenvolver uma matriz de análise (OE 2), que oferece suporte para a avaliação das políticas públicas do Recife, promovendo a integração da adaptação climática em instrumentos urbanos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A figura 1 apresenta a estrutura da dissertação, delineando as etapas de desenvolvimento da pesquisa.

Figura 1

Estrutura do trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão teórica sobre a interação entre cidades e mudanças climáticas, explorando conceitos fundamentais como vulnerabilidade, riscos e adaptação, e sua relação com o planejamento urbano. O Capítulo 3 detalha a metodologia adotada, explicando a construção da matriz de análise e a condução do estudo de caso sobre o município do Recife. Já no Capítulo 4, a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) compila e analisa os principais estudos acadêmicos sobre adaptação climática e planejamento urbano, proporcionando a base para a construção da matriz, alinhada aos Objetivos Específicos 1 e 2. No Capítulo 5, os resultados do estudo de caso do Recife são discutidos, aplicando a matriz de análise para avaliar

as práticas de adaptação climática implementadas e os desafios enfrentados pela cidade, em conformidade com o Objetivo Específico 3. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão teórica sobre a interação entre cidades e as mudanças climáticas, com foco no ordenamento territorial e no planejamento urbano. A análise aborda conceitos como vulnerabilidade, riscos e adaptação, abordando suas implicações para o contexto urbano. O capítulo está estruturado em três subseções: "Desafios climáticos nas cidades: vulnerabilidade, riscos e adaptação", "Cidades e mudanças climáticas: interface com o ordenamento territorial e o planejamento urbano" e "Governança e Políticas Públicas para a Adaptação Climática nas Cidades".

3.1 2.1 DESAFIOS CLIMÁTICOS NAS CIDADES: VULNERABILIDADE, RISCOS E ADAPTAÇÃO

As mudanças climáticas constituem um fenômeno cada vez mais alarmante (Serra *et al.*, 2022), configurando-se como um dos maiores desafios ambientais e de desenvolvimento global (Adu-Boateng, 2015). A crescente concentração de gases de efeito estufa na atmosfera tem resultado em mudanças no clima global a uma taxa sem precedentes (Pei *et al.*, 2022; Grip *et al.*, 2021).

De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, os principais componentes do sistema climático — criosfera, atmosfera, biosfera e oceanos — têm experimentado mudanças profundas em decorrência das atividades humanas. Essas transformações incluem o aumento constante das temperaturas médias globais, o derretimento acelerado de calotas polares, a elevação do nível do mar e mudanças nos padrões de precipitação (Nyashilu *et al.*, 2023). Evidências científicas corroboram essas alterações, destacando o aumento de eventos climáticos extremos em várias regiões do mundo desde 1950 (Filho *et al.*, 2018).

O IPCC define mudanças climáticas como alterações no clima ao longo do tempo, sejam elas causadas por processos naturais ou por atividades humanas que modificam o sistema climático. Já a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) define mudanças climáticas como as alterações no clima atribuídas direta ou indiretamente a atividades humanas que modificam a composição da atmosfera global, superando a variabilidade climática natural observada em períodos comparáveis (Change, 2021).

Tais mudanças, por sua vez, têm sido amplamente reconhecidas como uma ameaça ao meio ambiente e à sustentabilidade global. Essas evidências sublinham sua complexidade e gravidade, tornando essencial não apenas entender suas causas e manifestações, mas também desenvolver estratégias robustas de mitigação e adaptação. O consenso sobre o tema reflete a necessidade urgente de ações coordenadas em escala local, regional e global para minimizar os impactos adversos no meio ambiente, nas economias e nas populações (Iturriza *et al.*, 2021).

Os impactos abrangem tanto sistemas naturais, quanto humanos, com consequências ambientais que incluem a perda de biodiversidade, a degradação dos ecossistemas, alterações nos ciclos hidrológicos e a acidificação dos oceanos. Esses fenômenos não apenas afetam diretamente os recursos naturais, mas também intensificam as vulnerabilidades sociais e econômicas, criando desafios complexos para a sustentabilidade global (Adu-Boateng, 2015; Scheuer *et al.*, 2017).

Segundo a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (ISDR), um desastre é definido como uma situação ambiental inesperada que provoca impactos severos em uma comunidade, gerando perdas significativas de vidas, bens e recursos econômicos. Além disso, desastres frequentemente interrompem as redes sociais de maneira tão grave que os afetados tornam-se incapazes de lidar ou gerenciar as consequências adversas sem assistência externa (Siriporananon & Visuthismajarn, 2018).

Nas últimas duas décadas, o número global de desastres tem crescido de forma alarmante em escala global, com destaque para a elevação significativa de eventos relacionados ao clima. Esse aumento é um dos principais responsáveis pelo crescimento geral no número de desastres registrados, refletindo a crescente vulnerabilidade das comunidades e ecossistemas às mudanças climáticas (Li *et al.*, 2021).

As mudanças climáticas, por sua vez, têm aumentado a frequência e a intensidade de eventos climáticos e meteorológicos extremos, como ondas de calor e secas, em todo o mundo (Vaghefi *et al.*, 2022). Esses fenômenos estão afetando diversas comunidades, ampliando sua vulnerabilidade e exposição a ameaças crescentes (Nyashilu *et al.*, 2022). Esses efeitos não apenas afetam ecossistemas urbanos, mas também comprometem a qualidade de vida das populações e a sustentabilidade econômica em longo prazo (Eliška *et al.*, 2018; Allarané *et al.*, 2024).

Nas áreas urbanas, que abrigam mais da metade da população mundial, esses impactos são ainda mais intensos devido a desafios específicos. Fenômenos como temperaturas extremas,

elevação do nível do mar, chuvas intensas e eventos climáticos extremos são agravados pelas características dos ambientes urbanos, incluindo alta densidade populacional e predominância de superfícies impermeáveis (Chen & Wang, 2024).

Dentre os diversos impactos associados a esses eventos, a elevação do nível do mar, provocada pelo derretimento de geleiras e pela expansão térmica dos oceanos, representa uma ameaça significativa para comunidades costeiras, enquanto as mudanças nos padrões de precipitação podem levar a períodos mais prolongados de seca ou a eventos de chuva extrema, comprometendo a segurança hídrica e a produção agrícola (Chen & Wang, 2024). Além disso, as ondas de calor, que são períodos prolongados de temperaturas excepcionalmente altas, têm aumentado em frequência e intensidade, resultando em impactos severos na saúde humana e na infraestrutura urbana (Tapia *et al.*, 2017).

Do ponto de vista social, as mudanças climáticas exacerbaram desigualdades existentes, afetando desproporcionalmente populações mais vulneráveis, como aquelas em situação de pobreza ou residentes em áreas propensas a desastres. As consequências incluem deslocamentos forçados, perda de meios de subsistência e aumento na incidência de doenças relacionadas ao clima, como enfermidades transmitidas por vetores ou agravadas por eventos climáticos extremos (Iturriza *et al.*, 2020; Scheuer *et al.*, 2017).

Os impactos também se refletem na infraestrutura urbana e nos sistemas de transporte, energia e abastecimento de água, que frequentemente não estão preparados para lidar com as pressões adicionais impostas por eventos climáticos extremos. Essa realidade ressalta a importância de uma abordagem integrada que considere tanto os impactos ambientais quanto sociais no planejamento e na implementação de estratégias de desenvolvimento sustentável (Xu *et al.*, 2023).

Entre os desafios específicos enfrentados nas áreas urbanas, destaca-se o efeito de ilha de calor, que ocorre devido à substituição de áreas naturais por concreto e asfalto, intensificando o aquecimento em regiões metropolitanas. Esse fenômeno agrava os impactos das ondas de calor, piorando as condições de vida, especialmente para populações vulneráveis que têm acesso limitado a meios de resfriamento ou residem em áreas com pouca cobertura vegetal (Li *et al.*, 2021). A ilha de calor urbana é caracterizada por um aumento na temperatura do ar próximo ao solo em comparação com as áreas rurais circundantes (Grażyna, 2022).

Outro problema crescente nas cidades é o aumento da frequência e a intensidade das inundações, ampliando a exposição das populações urbanas e das economias locais a desastres

(Li *et al.*, 2021; Amaro *et al.*, 2019). Esse risco é agravado pela rápida urbanização e pelo crescimento desordenado das cidades (Tabucanon *et al.*, 2021). A impermeabilização do solo reduz a infiltração da água da chuva, elevando o escoamento superficial e sobrecarregando os sistemas de drenagem. Além disso, práticas urbanísticas inadequadas, como construções em áreas de risco e a ausência de infraestrutura resiliente, tornam as cidades ainda mais vulneráveis a eventos climáticos extremos (Liang *et al.*, 2020; Scheuer *et al.*, 2017).

As inundações estão entre os desastres mais frequentes e devastadores, resultados em perdas significativas de vidas humanas, destruição de bens materiais e impactos severos sobre as comunidades afetadas (Tabucanon *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2021; Kang *et al.*, 2021). Geralmente, essas ocorrências têm origem no transbordamento de rios, mares e lagos, bem como em chuvas intensas, tempestades e ciclones tropicais. A gravidade de seus efeitos é amplificada por ações humanas, como a urbanização desordenada, o desmatamento e a construção irregular em áreas vulneráveis (Marino *et al.*, 2024).

Nesse contexto, a vulnerabilidade surge como um elemento central na análise dos desastres e suas consequências. O IPCC define vulnerabilidade como a "propensão ou predisposição a ser afetado adversamente", uma condição que reflete não apenas a sensibilidade ou suscetibilidade de um sistema aos danos, mas também a incapacidade de se adaptar a eles. (Puntub & Stefan, 2022; Muñoz-Pizza *et al.*, 2023; Marzouk *et al.*, 2021; Tapia *et al.*, 2017).

Essa vulnerabilidade, portanto, é influenciada por múltiplos fatores, como a intensidade, a abrangência e a natureza das mudanças climáticas, que interagem diretamente com a sensibilidade e a capacidade adaptativa dos sistemas afetados (Iturriza *et al.*, 2020).

O impacto das mudanças climáticas se amplifica quando consideramos as desigualdades sociais e econômicas, que limitam a capacidade de adaptação de determinados grupos. As populações em situação de vulnerabilidade, como aquelas em condição de pobreza, são frequentemente as mais expostas aos impactos climáticos. Esses grupos residem em áreas de alto risco, como encostas sujeitas a deslizamentos ou margens de rios propensas a inundações (Iturriza *et al.*, 2020). Além disso, enfrentam barreiras significativas no acesso a recursos e serviços essenciais, como saúde, habitação adequada e educação, o que torna ainda mais difícil a recuperação após desastres climáticos (Scheuer *et al.*, 2017).

A vulnerabilidade às mudanças climáticas pode ser analisada sob três principais dimensões: (a) Exposição, que se refere à intensidade com que um sistema é sujeito às variações climáticas; (b) Sensibilidade, que abrange as características intrínsecas do sistema que

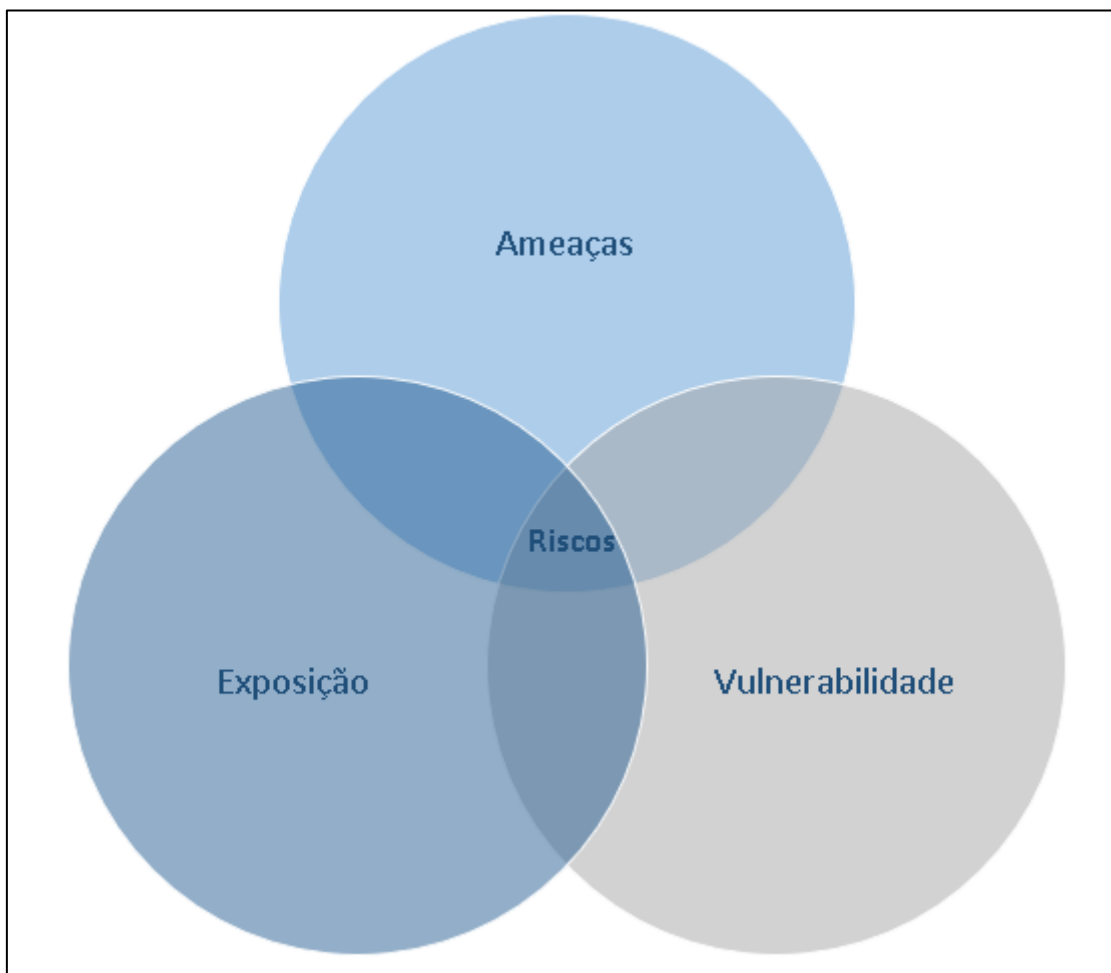
influenciam sua resposta às mudanças climáticas; e (c) Capacidade adaptativa, definida como a habilidade ou o potencial do sistema para enfrentar as mudanças climáticas de maneira eficaz (Ordóñez & Duinker, 2015).

Para enfrentar esses desafios, é essencial adotar uma abordagem integrada que combine planejamento urbano resiliente, desenvolvimento sustentável e políticas de mitigação e adaptação climática. A integração dessas ações é fundamental para maximizar o uso de recursos urbanos, criar sinergias positivas e evitar conflitos que comprometam a eficácia das estratégias adotadas (Murieta *et al.*, 2021; Grafakos *et al.*, 2019). Soluções baseadas na natureza, como a restauração de ecossistemas e a implementação de infraestruturas verdes, desempenham um papel essencial na redução das vulnerabilidades urbanas e na promoção da resiliência das comunidades impactadas (Xu *et al.*, 2023; Siriporananon & Visuthismajarn, 2018).

O risco climático resulta da interação entre três componentes principais: vulnerabilidade, exposição e ameaças climáticas. A vulnerabilidade refere-se a uma série de elementos, incluindo a sensibilidade ou suscetibilidade a danos e a capacidade limitada de um sistema ou comunidade para se adaptar ou responder a mudanças. As ameaças englobam eventos potenciais, sejam naturais ou induzidos, que podem causar danos físicos ou impactos significativos, como tendências que aumentam a probabilidade de tais eventos ocorrerem. Já a exposição se refere à presença de infraestruturas, operações e comunidades que podem ser negativamente impactadas por esses eventos climáticos. Essa interação entre vulnerabilidade, exposição e ameaças climáticas determina o nível de risco enfrentado por um determinado sistema ou área (IPCC, 2014). A figura 2 ilustra essa dinâmica.

Figura 2

Interação entre Vulnerabilidade, Exposição e Ameaças Climáticas na Determinação do Risco.



Adaptado de ICLEI (2020).

Nesse sentido, a gestão de riscos desempenha um papel estratégico como um processo social integrado que abrange as etapas de planejamento, implementação, monitoramento e avaliação contínua de políticas e ações. Seu objetivo é compreender os riscos, aumentar a conscientização da população, prevenir ou mitigar sua ocorrência e reduzir os impactos quando estes se concretizam. Além disso, engloba o preparo para a gestão de desastres e suas fases subsequentes, incluindo recuperação, reabilitação e reconstrução (Marino *et al.*, 2024). Por sua vez, a gestão de desastres é definida como a organização e coordenação de recursos e responsabilidades para tratar de todos os aspectos humanitários de emergências. Suas ações se concentram em preparação, resposta e recuperação, visando reduzir o impacto negativo de desastres sobre as populações afetadas (Wallace, 2017).

Adaptar as cidades às mudanças climáticas é também uma questão de justiça ambiental. Essa adaptação representa um desafio urgente e de grande complexidade no contexto político global (Hughes, 2020) e tem sido amplamente reconhecida como uma das respostas cruciais para mitigar os impactos climáticos em áreas urbanas (Ordóñez & Duinker, 2015).

A relevância desse processo foi reforçada no Relatório do Grupo de Trabalho II do IPCC de 2014, que abordou os impactos, a vulnerabilidade e as alternativas de adaptação. O documento destacou a urgência em implementar ações adaptativas nas cidades, além da viabilidade de soluções eficazes para viabilizar essa transição (Broto *et al.*, 2015). Essa urgência decorre de uma compreensão mais profunda das complexidades das mudanças climáticas e suas implicações cada vez mais severas (Laino *et al.*, 2024).

Entre os maiores desafios dos estudos comparativos de adaptação está a dificuldade de definir com precisão o que está sendo comparado. O Acordo de Paris, por exemplo, não apresenta uma definição clara de adaptação, o que torna difícil diferenciá-la de outras atividades que visam reduzir a vulnerabilidade, como a redução do risco de desastres ou políticas sociais voltadas para o bem-estar mais amplo. Por isso, muitos esforços acadêmicos buscam conceituar a adaptação como atividades, políticas ou iniciativas direcionadas especificamente para enfrentar as mudanças climáticas (Klein *et al.*, 2018).

Embora o conceito de adaptação tenha raízes na ecologia, seu uso se expandiu significativamente no campo das mudanças climáticas, tornando-se uma chave central na ciência do clima global. Diversos pesquisadores abordam a adaptação a partir de perspectivas distintas, dependendo das disciplinas e do enfoque de suas pesquisas. No entanto, há um consenso sobre o fato de que a adaptação envolve ajustes nos sistemas urbanos e naturais, visando reduzir vulnerabilidades e aumentar a capacidade de resposta às consequências adversas das mudanças climáticas (Pei *et al.*, 2022).

No contexto urbano, a adaptação climática é entendida como um processo contínuo de ajuste para enfrentar os riscos e impactos associados às mudanças climáticas, com a finalidade de minimizar os efeitos negativos ou aproveitar oportunidades favoráveis em áreas urbanas e periurbanas (Allarané *et al.*, 2024; Chitsa *et al.*, 2022). Essa perspectiva está em consonância com a definição mais abrangente de adaptação climática apresentada no relatório do IPCC de 2014, que descreve adaptação como o processo de ajuste aos impactos climáticos reais ou previstos (Allarané *et al.*, 2024).

A capacidade adaptativa, portanto, é determinada por um conjunto de recursos e condições locais que podem limitar ou apoiar a habilidade de um sistema se adaptar às mudanças climáticas (Kalafatis, 2020; Kumar & Geneletti, 2015). No entanto, muitas cidades ainda não reconhecem as oportunidades associadas às mudanças climáticas, considerando a adaptação como uma resposta imposta, que exige grandes investimentos e sacrifícios (Grażyna, 2022).

É fundamental distinguir entre mitigação de emissões e adaptação aos impactos climáticos nas ações para enfrentar as mudanças climáticas nas cidades. Embora complementares, às políticas de mitigação focam na redução das emissões de gases de efeito estufa, enquanto a adaptação visa preparar as comunidades para os impactos inevitáveis, promovendo resiliência (Hiscock *et al.*, 2017). Dada a crescente concentração de carbono na atmosfera, ambas as abordagens devem ser implementadas simultaneamente para uma resposta eficaz às mudanças climáticas (Grafakos *et al.*, 2019). No contexto urbano, a adaptação envolve medidas que antecipam riscos e fortalecem a resiliência das infraestruturas e ecossistemas urbanos (Ahmed *et al.*, 2022).

As medidas de adaptação buscam, principalmente, reduzir os riscos climáticos, tanto globais quanto locais, oferecendo proteção e promovendo o bem-estar da população no curto prazo (Mumtaz, 2024). Por outro lado, as estratégias de mitigação, ao focarem na diminuição das emissões de gases de efeito estufa, têm impactos mais visíveis, porém de longo prazo. Assim, a adaptação se tornou um componente fundamental para garantir a resiliência climática das cidades, por meio da implementação de soluções como infraestruturas verdes, cinzentas e azuis, estratégias de conectividade ecológica e a criação de sistemas de alerta precoce (Serra *et al.*, 2022).

Historicamente, a resposta principal ao desafio das mudanças climáticas foi a mitigação, com foco na redução de emissões. Contudo, após a Conferência de Cancún, em 2010, a adaptação foi reconhecida como uma necessidade tão importante quanto a mitigação. A mitigação é frequentemente encarada como uma questão de poluição ambiental, em que os benefícios podem ser quantificados de forma mais direta, o que facilita a aceitação e implementação das medidas. Em contraste, a adaptação, cujos benefícios nem sempre são tangíveis ou facilmente mensuráveis, é muitas vezes vista como um processo que exige investimentos significativos e gera incertezas (Smaliychuk & Latocha-Wites, 2023).

Por isso, embora inicialmente tratada como secundária em relação à mitigação, vem ganhando crescente destaque nos debates políticos e acadêmicos. A integração de estratégias

de mitigação e adaptação é considerada fundamental para enfrentar os desafios climáticos de forma eficaz. Nesse contexto, a adaptação deve ser entendida como uma interação entre os processos locais de planejamento urbano e as políticas públicas mais amplas, que devem reconhecer as necessidades específicas de cada contexto urbano (Göpfert *et al.*, 2019).

Ao contrário da mitigação, cujos resultados podem ser diretamente mensurados em termos de redução de emissões, a adaptação é mais difícil de quantificar devido à sua natureza multifacetada e ao impacto de longo prazo das medidas, que envolvem transformações graduais nos sistemas urbanos (Araos *et al.*, 2016). A adaptação climática urbana também é uma questão de justiça ambiental, pois as populações mais vulneráveis, muitas vezes as mais expostas aos riscos climáticos, necessitam de uma adaptação específica que leve em consideração suas condições socioeconômicas e ambientais (Hughes, 2020).

Enquanto a mitigação se concentra em abordagens tecnológicas e econômicas, com uma governança predominantemente de cima para baixo, a adaptação é multidisciplinar, difícil de mensurar e orientada por uma governança mais inclusiva e colaborativa (Desthieux & Joerin, 2022). Inicialmente baseada em uma visão unidimensional focada em riscos, a adaptação climática evoluiu para uma abordagem integrativa, que considera vulnerabilidades e resiliência urbana, fortalecendo a capacidade dos sistemas sociais e ecológicos de enfrentar eventos externos (Le, 2023).

Como questão política, a adaptação climática requer uma abordagem transversal e multissetorial, sustentada por cooperação entre diferentes níveis de governo e sociedade civil (Allarané *et al.*, 2024). A capacidade de adaptação das cidades está vinculada às condições climáticas locais, mas sem políticas públicas eficazes e esforços conjuntos, é difícil reverter as perdas ambientais no curto prazo (Liang, 2021). Além de ajustar as cidades às novas realidades climáticas, a adaptação urbana busca melhorar a qualidade de vida e gerar benefícios para o desenvolvimento sustentável de áreas específicas (Hutter & Otto, 2017).

Ainda, a adaptação pode ser vista como uma oportunidade para inovar no planejamento urbano, aprimorando as abordagens existentes e integrando as questões climáticas no uso do solo e no desenvolvimento sustentável das cidades. Ao incorporar os desafios climáticos nas políticas e nos processos urbanos, a adaptação se torna uma ferramenta para promover a sustentabilidade, a inclusão social e a resiliência das comunidades (Desthieux & Joerin, 2022).

A adaptação urbana está, portanto, estreitamente ligada à vontade política e ao compromisso dos envolvidos. Estudos indicam que a implementação de iniciativas climáticas

em nível municipal pode ser favorecida ou prejudicada pelas decisões políticas (Di Giulio *et al.*, 2019). A capacidade das cidades de se adaptar depende da disposição para adotar medidas apropriadas, do acesso a recursos e da colaboração entre diferentes níveis de governo e a sociedade civil (Liang *et al.*, 2020). Frequentemente, a adaptação é negligenciada devido à ausência de benefícios claros ou de incentivos financeiros, o que dificulta a adoção de políticas adaptativas (Smaliychuk & Latocha-Wites, 2023). Assim, a adaptação é um processo socioambiental-político que depende não apenas da disposição para implementar medidas, mas também da disponibilidade de recursos e das condições que favorecem ou dificultam a execução dessas iniciativas (Di Giulio *et al.*, 2019).

A adaptação climática pode ocorrer por meio de processos institucionais de cima para baixo, como a avaliação dos impactos climáticos e a adaptação climática urbana (Cruz *et al.*, 2023). Contudo, é amplamente reconhecido que a adaptação urbana é fundamental, mas enfrenta lacunas significativas nos níveis local e comunitário, dificultando a implementação de medidas adequadas. Essas lacunas incluem a falta de planejamento integrado para proteger as comunidades e a escassez de mecanismos financeiros inovadores que possam fortalecer a resiliência das cidades (Storbjörk *et al.*, 2024). A adaptação depende da interação entre instituições públicas, diversas organizações privadas e indivíduos, exigindo um esforço colaborativo para ser bem-sucedida (Cruz *et al.*, 2023).

O planejamento e a implementação de medidas adaptativas são cruciais para reduzir os desastres e os riscos relacionados às mudanças climáticas (Mumtaz, 2024). Para que as cidades estejam preparadas para enfrentar os impactos adversos das mudanças climáticas, as autoridades locais devem fortalecer sua capacidade adaptativa, o que envolve um processo contínuo de aprendizagem e adaptação (Kumar & Geneletti, 2015). Contudo, embora a adaptação possa reduzir os efeitos negativos das mudanças climáticas, ainda há uma escassez de atenção às consequências das políticas de adaptação na sustentabilidade urbana (Allarané *et al.*, 2024).

A adaptação climática nas cidades também possui estreita relação com a agenda de redução do risco de catástrofe e resiliência, promovida pelo Marco de Sendai (2015-2030) e pela Campanha Mundial ‘Construir Cidades Resilientes’ da ONU, especialmente no que se refere à reverberação dessa agenda em estratégias municipais de Defesa Civil, que abordam a gestão de riscos ligados ao clima. Outro impulso para a agenda de adaptação veio no âmbito do regime internacional de mudanças climáticas, com o Acordo de Paris, também em 2015, resultado da Conferência das Partes (COP) 21, quando os Estados acordaram em fortalecer a

capacidade das sociedades para lidar com os impactos das mudanças climáticas e fornecer apoio internacional contínuo para a adaptação nos países em desenvolvimento (Barbi, 2021).

O Acordo de Paris de 2015 impulsionou uma fase de intensa pesquisa sobre a necessidade de ações aceleradas para adaptação e mitigação climática. Reconheceu-se o papel fundamental das áreas urbanas, tanto como fontes de emissões de gases de efeito estufa quanto como locais vulneráveis aos impactos climáticos, além de seu potencial para desenvolver respostas criativas (Smaliychuk & Latocha-Wites, 2023). O Acordo fortaleceu o pilar da adaptação ao enfatizar a governança multinível e a importância dos ecossistemas naturais, destacando também as cidades e suas redes como espaços cruciais para testar soluções inovadoras nesses campos (Jinxuan & Foley, 2023).

Em consonância com esses compromissos globais, diversos municípios têm se mobilizado para elaborar e implementar planos de adaptação às mudanças climáticas, alinhando suas políticas com instrumentos internacionais, como o Protocolo de Sendai, os ODS, o Acordo de Paris e a NAU (Allarané *et al.*, 2024). Nos últimos anos, uma série de iniciativas emergiram, com foco na transformação das áreas urbanas, que se mostram essenciais diante dos impactos das mudanças climáticas. Exemplos significativos dessas ações incluem organizações como o ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade) e o C40 *Cities Climate Leadership Group*, que têm impulsionado esforços para mitigar e adaptar as cidades aos desafios climáticos (Smaliychuk & Latocha-Wites, 2023).

Em face dos desafios climáticos enfrentados pelas cidades discutidos acima, é evidente que as respostas a esses riscos exigem uma integração robusta entre os fatores ambientais, sociais e urbanos. A gestão das vulnerabilidades e a construção de cidades mais resilientes dependem da atuação das gestões urbanas no planejamento das áreas urbanas. Na próxima subseção, exploraremos como a interface entre os desafios climáticos e o planejamento urbano pode contribuir para o fortalecimento da resiliência nas cidades.

3.2.2.2 CIDADES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: INTERFACE COM O ORDENAMENTO TERRITORIAL E O PLANEJAMENTO URBANO

As mudanças climáticas representam um desafio urgente, ameaçando vidas humanas devido a desastres e degradação ambiental (Storbjörk *et al.*, 2020). O impacto desse fenômeno é sentido mais intensamente nas cidades, que historicamente coexistem com eventos climáticos

adversos, causando danos substanciais à população e à economia (Marino *et al.*, 2024; Simon *et al.*, 2021).

As grandes cidades estão experimentando um crescimento exponencial sem precedentes. Até 2050, segundo a ONU, 68% da população mundial viverá em áreas urbanas (Irwin, 2024). Com responsabilidade por 60% das emissões de CO₂ e consumo de 78% da energia global (Nematchoua *et al.*, 2019), desempenham um papel duplo: são parte do problema e da solução. Apesar de suas vulnerabilidades, lideram inovações climáticas e abrigam debates sobre mitigação e adaptação (Estrada *et al.*, 2017; Lomba-Fernández, 2020). Além disso, o microclima urbano amplifica as tendências de aquecimento global, agravando os impactos locais (Ordóñez & Duinker, 2015).

Embora as mudanças climáticas afetem o planeta como um todo, as cidades experienciam suas causas e efeitos de maneira singular, servindo como cenários únicos para impulsionar inovação e resiliência (Allarané *et al.*, 2024). Nesse contexto, é imperativo que revisem suas agendas urbanas e incorporem abordagens transformadoras, incluindo regulamentações ambientais e setoriais (Storbjörk *et al.*, 2020). Apesar dos desafios inéditos trazidos pelas transformações climáticas, as cidades têm promovido mudanças sociais significativas e criado oportunidades para avançar no desenvolvimento sustentável (Chu *et al.*, 2018; Kumar & Geneletti, 2015).

As cidades, enquanto centros de crescimento econômico e intercâmbio cultural, são também sistemas complexos, onde aspectos econômicos, sociais, institucionais e ambientais interagem profundamente, influenciando o bem-estar de suas comunidades (Khatibi *et al.*, 2024). A vida urbana depende de serviços essenciais, como abastecimento de água, energia, alimentos e saúde, que estão cada vez mais ameaçados pelos efeitos das mudanças climáticas (Lomba-Fernández, 2020).

Com o crescimento contínuo da população mundial, estimada para atingir 10,3 bilhões de pessoas por volta da década de 2080, em comparação aos 8,2 bilhões em 2024 (Legg, 2024) e a intensificação da urbanização, as mudanças climáticas colocam pressões adicionais sobre os sistemas urbanos. Esse contexto gera estresse significativo e afeta a infraestrutura urbana, incluindo transporte, telecomunicações, habitação e serviços médicos (Liang, 2021; Avashia & Garg, 2020; Scheuer *et al.*, 2017).

Como regiões de alto risco para desastres climáticos globais, as cidades configuram-se como o principal campo de batalha na resposta humana a esses desafios, demandando atenção

mais direcionada (Pei *et al.*, 2022). O planejamento climático em escala urbana requer esforços coletivos. Além de mitigar as externalidades ambientais, é essencial que as cidades promovam a qualidade ambiental para garantir o bem-estar das gerações futuras (Fiack & Kamieniecki, 2017).

Por isso, a construção da resiliência urbana exige estratégias integradas que contemplem regulamentações setoriais, como energia e água, e favoreçam a sinergia entre políticas de mitigação e adaptação (Lomba-Fernández, 2020; Göpfert *et al.*, 2019). A urbanização, combinada com as mudanças climáticas globais, reforça a necessidade de entender as interconexões entre o ambiente construído, os sistemas naturais e os subsistemas sociais (Tapia *et al.*, 2017; Avashia & Garg, 2020).

O êxito na adaptação climática depende diretamente da capacidade de os governos locais interagirem com diferentes atores, internos e externos, estruturando colaborações eficazes para enfrentar os impactos (Göpfert *et al.*, 2019). Nesse sentido, o 5º Relatório do IPCC destaca o papel essencial de governos locais e do setor privado na promoção da adaptação climática, um esforço que também exige a mobilização de todos os níveis de governança (Klein *et al.*, 2018).

Para enfrentar esses desafios, as cidades devem reformular suas agendas urbanas com base em abordagens transformadoras que estimulem mudanças sociais e econômicas sustentáveis (Chu *et al.*, 2018; Kumar *et al.*, 2016). O combate às mudanças climáticas requer políticas integradas, que envolvam diversos setores e considerem a interconexão entre diferentes áreas da ação política. Desafios como a mitigação de emissões e a adaptação aos impactos climáticos exigem abordagens flexíveis, permitindo que os governos adaptem essas questões aos contextos locais. Essa abordagem possibilita vincular a agenda climática ao desenvolvimento sustentável, promovendo a melhoria da qualidade de vida das comunidades mais afetadas (Kalafatis, 2018).

Nesse cenário, o conceito de "cidade inteligente" tem emergido como uma estratégia relevante, especialmente desde o final dos anos 2000. Impulsionada pelo uso crescente de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), a cidade inteligente busca otimizar a eficiência na gestão urbana, melhorar a governança e oferecer soluções inovadoras para a prestação de serviços públicos. Contudo, apesar de sua crescente popularidade, o termo "cidade inteligente" ainda carece de uma definição universalmente aceita. Sua aplicação varia, gerando incertezas e desafios para formuladores de políticas, especialmente no que diz respeito à implementação de iniciativas e estratégias nesse contexto (Khatibi *et al.*, 2024).

O entendimento mais amplo do conceito de cidade inteligente, portanto, envolve vê-la como uma meta para o planejamento urbano, focada não apenas na eficiência tecnológica, mas também na criação de soluções sustentáveis para o desenvolvimento das cidades. O compromisso com a sustentabilidade requer uma atuação focada na redução das externalidades ambientais geradas pelo desenvolvimento econômico, enquanto busca manter um nível adequado de qualidade ambiental em benefício das gerações (Mumtaz, 2024).

Por isso, as cidades inteligentes e resilientes emergem como uma estratégia inovadora para enfrentar os desafios urbanos relacionados ao crescimento populacional e às atividades humanas. Cidades inteligentes buscam maximizar oportunidades de longo prazo para benefícios mútuos, integrando elementos fundamentais como gestão de água e resíduos, energia, transporte, habitação, adaptação climática, infraestrutura verde-azul e governança, promovendo um desenvolvimento sustentável e resiliente (Van *et al.*, 2016).

Além disso, ao abordar os desafios climáticos de forma integrada, as cidades inteligentes utilizam infraestrutura verde, gestão de recursos e tecnologias para promover eficiência energética, gestão de resíduos e transporte sustentável (Van Leeuwen *et al.*, 2016). A aplicação dessas estratégias não apenas melhora a resiliência urbana, mas também cria soluções climáticas locais que podem servir de modelo para políticas nacionais (Mumtaz, 2024).

As cidades, ao reconhecerem seu papel nas mudanças climáticas, têm implementado diversas iniciativas para reduzir os impactos ambientais e aumentar sua resiliência (Iturriza *et al.*, 2020). Bem-sucedidas, essas iniciativas ajudam a definir prioridades nacionais e alinham políticas climáticas com metas locais, evidenciando como os municípios podem liderar transformações significativas para um futuro sustentável (Kalafatis, 2018).

Como destaca a célebre frase de Heráclito, "a única constante é a mudança", essa máxima reflete a realidade das cidades na era climática. Elas enfrentam desafios inéditos, mas possuem o potencial de transformar crises em oportunidades para o desenvolvimento sustentável (Imani *et al.*, 2022). Nesse contexto, a resiliência urbana se torna um conceito essencial para mitigar os riscos decorrentes de desastres naturais e atividades humanas, com o objetivo de garantir maior segurança e bem-estar para as populações urbanas. Para atingir essa resiliência, é relevante fortalecer a capacidade das cidades de se prepararem para choques e tensões, especialmente à luz das mudanças climáticas (Khatibi *et al.*, 2024). Esse conceito está alinhado aos ODS, especialmente o ODS 13, que visa promover a resiliência e a adaptação aos riscos climáticos e desastres naturais (Filho *et al.*, 2018).

As cidades, como epicentros de atividade econômica, social e política, têm um papel central, além de serem áreas altamente vulneráveis às consequências das mudanças climáticas (Khatibi *et al.*, 2024). A resiliência urbana, abordada de maneira multidimensional, se consolidou como um conceito essencial para lidar com as transformações urbanas, desastres naturais e incertezas futuras, como crises econômicas e eventos climáticos extremos. Nos últimos anos, o termo "resiliência" ganhou destaque tanto na literatura acadêmica quanto nas políticas públicas, embora suas definições e aplicações variem consideravelmente entre diferentes disciplinas e stakeholders (Khatibi *et al.*, 2024).

Originalmente, no século XIX, o conceito de resiliência foi explorado em campos como psicologia e ecologia. Mais recentemente, foi adaptado ao contexto urbano e climático, com o objetivo de aumentar a capacidade das cidades de responder, se recuperar e se transformar diante de adversidades, como eventos climáticos extremos e desastres naturais (Chen & Wang, 2024; Iturriza *et al.*, 2020). De forma geral, a resiliência refere-se à capacidade de um sistema resistir, se adaptar e se recuperar de choques, preservando suas funções essenciais. No contexto das mudanças climáticas, ela envolve a habilidade de indivíduos, comunidades e instituições responderem dinamicamente às mudanças nas condições climáticas, implementando ações para garantir sua sobrevivência e recuperação (Mukhlis & Perdana, 2022).

O Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres (UNISDR) define a resiliência como a capacidade de um sistema ou comunidade exposta a perigos de resistir, absorver, acomodar e se recuperar dos efeitos de um evento adverso, mantendo suas estruturas e funções essenciais (Dai *et al.*, 2018). Dessa forma, a resiliência pode ser entendida como a habilidade de um sistema manter sua estabilidade após uma perturbação ou como uma oportunidade de aprendizado e adaptação após uma crise (Wei *et al.*, 2022).

Dentro do ambiente urbano, a resiliência se refere à capacidade dos sistemas urbanos e suas redes socioecológicas e sociotécnicas de manter ou restaurar suas funções diante de perturbações, adaptando-se às mudanças e promovendo transformações necessárias para superar limitações de capacidade adaptativa (Almulhim & Cobbinah, 2024; Lomba-Fernández, 2020). Para isso, a resiliência urbana exige abordagens inovadoras de planejamento, com ênfase em governança colaborativa, robustez estrutural e flexibilidade. Essas abordagens permitem que as comunidades se envolvam ativamente no fortalecimento de sua resiliência por meio de aprendizagem adaptativa e soluções criativas (Khatibi *et al.*, 2024).

A resiliência climática, por sua vez, refere-se à capacidade de absorver os impactos das mudanças climáticas, adaptar-se às suas consequências e recuperar-se, ao mesmo tempo em que

incorpora aprendizados para fortalecer a preparação futura (Chen & Wang, 2024; Laino *et al.*, 2024). Nesse contexto, o Grupo de Trabalho II do IPCC destaca que cidades bem governadas têm uma base sólida para construir resiliência climática, ressaltando a importância de estratégias de governança eficazes que integrem planejamento urbano com mitigação e adaptação (Mumtaz, 2024).

Apesar de sua relevância, a construção de resiliência urbana enfrenta desafios significativos. A complexidade das cidades, composta por sistemas sociais, econômicos, naturais e infraestruturais interdependentes, exige abordagens integradas e multissetoriais. A negligência de qualquer um desses componentes pode comprometer a eficácia das estratégias de resiliência, resultando em soluções fragmentadas e insuficientes (Iturriza *et al.*, 2020). O planejamento da adaptação, por isso, evoluiu de uma abordagem linear para uma perspectiva integrativa, na qual conceitos de vulnerabilidade e resiliência são combinados para gerar soluções mais robustas e holísticas (Le, 2023).

Além disso, a resiliência urbana deve ser entendida não apenas como uma capacidade técnica ou operacional, mas também como um processo político e social. A criação de cidades resilientes envolve a inclusão de comunidades e a consideração das dinâmicas de poder na formulação das estratégias. Sem uma visão crítica e inclusiva, a resiliência pode perpetuar desigualdades e exclusões, criando uma falsa sensação de proteção e desconsiderando soluções transformadoras (Potter, 2020). Para enfrentar os desafios climáticos em um cenário de crescente incerteza global, é essencial garantir que as estratégias de resiliência urbana sejam adaptáveis a contextos variados (Lomba-Fernández, 2020).

A urbanização, juntamente com as mudanças nas condições socioeconômicas e os padrões de assentamento, tem intensificado os riscos e a vulnerabilidade das cidades a eventos climáticos extremos (Pei *et al.*, 2022; Mhedhbi *et al.*, 2022). A interação entre os subsistemas urbanos e os eventos climáticos que podem desencadear desastres molda a suscetibilidade das cidades aos danos e sua capacidade de resistir e se recuperar dos impactos desses eventos (Tapia *et al.*, 2017). Após a Primeira Guerra Mundial, o planejamento urbano passou a ser uma prática voltada para a separação de usos específicos do solo (Hutter & Otto, 2017).

Por meio do planejamento urbano, enquanto política pública intersetorial, argumenta-se que os formuladores e gestores de políticas públicas podem elaborar e implementar medidas de enfrentamento das mudanças climáticas e, por consequência, promover benefícios à qualidade de vida das populações e ao meio ambiente na escala local (Teixeira & Pessoa, 2021).

No contexto do desenvolvimento sustentável, a relação entre as mudanças climáticas e a urbanização tem sido amplamente discutida (Pei *et al.*, 2022), uma vez que as cidades desempenham um papel central nas dinâmicas do Antropoceno, exigindo que o planejamento urbano seja engajado no desafio de tornar os centros urbanos mais resilientes às mudanças climáticas (Chitsa *et al.*, 2022). O aumento do consumo de energia e as mudanças no uso da terra, típicas do processo de urbanização, contribuem para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), exacerbando as mudanças climáticas (Pei *et al.*, 2022).

Nesse cenário, o planejamento do uso do solo tem se consolidado como um eixo central de ação tanto para a mitigação (redução das emissões de CO₂ em termos de mobilidade, construção e uso eficiente de energia) quanto para a adaptação (desenvolvimento urbano frente aos riscos naturais e formas urbanas mais resilientes) (Desthieux & Joerin, 2022). Historicamente, o planejamento urbano foi concebido como uma abordagem abrangente para moldar o desenvolvimento das cidades, levando em consideração as inter-relações espaciais e seus impactos a longo prazo. Inicialmente, o foco era regular e controlar o crescimento urbano (Hutter & Otto, 2017). Atualmente, o planejamento para as mudanças climáticas surge como uma iniciativa para que as cidades e regiões definam e sigam estratégias claras para atingir metas de mitigação e adaptação (Chu *et al.*, 2018).

A teoria da resiliência urbana dedicou pouca atenção à criação de espaços materiais, com foco principal na política e sua implementação. No entanto, ao abordar o planejamento urbano e sua história, novas perspectivas estão surgindo para repensar as cidades resilientes dentro do contexto das mudanças climáticas (Potter, 2020). O planejamento do uso do solo, por exemplo, tem se tornado um eixo central tanto para a mitigação (redução das emissões de CO₂ associadas à mobilidade e ao uso de energia) quanto para a adaptação (desenvolvimento urbano em relação aos riscos naturais) (Desthieux & Joerin, 2022).

O planejamento urbano tem se destacado como uma ferramenta essencial para a gestão da adaptação climática, com ênfase em estudos sobre governança e a integração da adaptação nas práticas de planejamento e desenvolvimento urbano (Storbjörk *et al.*, 2024). Ele adquire uma posição cada vez mais proeminente na agenda política das cidades, sendo importante para alcançar a sustentabilidade, o desenvolvimento e a adaptação às mudanças climáticas, especialmente em níveis locais e regionais (Dai *et al.*, 2018; Hutter & Otto, 2017).

A competência do planejamento municipal, com a autoridade gerencial resultante desse controle, torna os planos de uso do solo instrumentos poderosos para integrar as considerações climáticas no desenvolvimento regional. Esses planos, por não serem legalmente vinculativos,

impactam diretamente as partes da sociedade urbana (Broto, Boyd, & Ensor, 2015). Nos últimos anos, as leis de planejamento espacial passaram a englobar um leque mais amplo de áreas e questões, incluindo a adaptação às mudanças climáticas (Hutter & Otto, 2017).

Portanto, o planejamento urbano tem um papel crescente no nível local para lidar com as mudanças climáticas, sendo um instrumento eficaz para a adaptação às mudanças climáticas, especialmente em nível local (Kumar & Geneletti, 2015). A necessidade de integrar a abordagem de planejamento urbano no ambiente construído é relevante, considerando os regulamentos e padrões de longo prazo para a adaptação climática (Hutter & Otto, 2017). Estudos ressaltam que a principal vantagem do planejamento urbano nos processos de adaptação é sua capacidade de coordenar questões de interesse comum dentro do desenvolvimento sustentável. Além disso, ele atua em múltiplos níveis de espaço, tempo e governança simultaneamente (Grażyna, 2022).

O planejamento urbano aborda dois aspectos principais: fomentar uma visão comunitária e institucional para o desenvolvimento socioecológico futuro, com respaldo legal, e controlar a mudança no uso do solo e o desenvolvimento espacial por meio da alocação de espaços para diversas atividades (Kumar & Geneletti, 2015). Além disso, é essencial que o planejamento urbano considere a integração da adaptação às mudanças climáticas, focando na identificação de eventos climáticos extremos, frequentemente responsáveis por desastres. Esse foco permite monitorar áreas vulneráveis e populações expostas a impactos climáticos, contribuindo para o desenvolvimento de políticas adaptativas e promovendo um desenvolvimento urbano resiliente e sustentável (Hutter & Otto, 2017). Assim, é fundamental que medidas de adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas sejam tomadas por meio de intervenções políticas em todos os níveis de planejamento urbano (Kumar *et al.*, 2016).

Os planejadores têm aumentado a conscientização sobre a importância de integrar as questões climáticas para adaptação no planejamento urbano (Desthieux & Joerin, 2022). Um dos principais desafios é modificar as práticas de planejamento do uso da terra para considerar sistematicamente as questões de mudança climática, considerando as alavancas e barreiras para integrar a mudança climática nos processos de planejamento (Desthieux & Joerin, 2022). Instrumentos de planejamento, como documentos estratégicos e políticas climáticas municipais, frequentemente incluem conceitos de mitigação ou adaptação climática, ou ainda abordagens gerais de planejamento de desenvolvimento com a integração de aspectos climáticos (Göpfert *et al.*, 2019).

Em última análise, espera-se que o planejamento urbano tenha uma influência significativa nas ações relacionadas às mudanças climáticas (Serra *et al.*, 2022). O esforço combinado de criação e adoção de políticas de adaptação e planejamento urbano foi iniciado como uma estratégia importante para lidar com os efeitos das mudanças climáticas nas cidades (Hutter & Otto, 2017).

A atenção governamental às mudanças climáticas no Brasil começou a crescer a partir dos anos 2000, com um ponto de apoio importante para a adoção de medidas adaptativas no planejamento urbano, o Estatuto das Cidades (Brasil, 2001). O Estatuto tem sido destacado por diversos autores como um instrumento fundamental para o enfrentamento das mudanças climáticas no país, tanto em relação à mitigação quanto à adaptação. Em particular, sua contribuição para a adaptação é reconhecida em aspectos como a regularização fundiária, considerada uma das suas principais forças (Braga, 2012).

No entanto, apesar de suas contribuições para o planejamento urbano e, indiretamente, para o enfrentamento das mudanças climáticas, o Estatuto da Cidade não menciona diretamente o fenômeno das mudanças climáticas. Termos como "clima", "climático", "mudança", "aquecimento", "adaptação", entre outros, não aparecem no texto da legislação. Isso implica que, embora o Estatuto tenha diretrizes que podem contribuir para o esforço adaptativo nas cidades, ele não foi elaborado com uma preocupação explícita com as mudanças climáticas (Braga, 2012).

Essa lacuna foi parcialmente preenchida pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que foi estabelecida para tratar de questões climáticas de forma mais ampla. A PNMC trouxe diretrizes específicas para a adaptação às mudanças climáticas, incluindo o termo "adaptação", que aparece doze vezes ao longo do texto da lei. A adaptação é definida na PNMC como um conjunto de “iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima” (Brasil, 2009). A política de 2009 não só institucionalizou metas de mitigação e o fortalecimento de sumidouros de carbono, como também reconheceu a importância da adaptação, com a elaboração de planos setoriais integrados para adaptação e mitigação (Obermaier & Rosa, 2013).

Em relação a Recife, diversos estudos têm abordado o tema da adaptação climática no contexto urbano. Melo *et al.* (2021), por exemplo, analisam a revisão do Plano Diretor do Recife e concluem que a temática das mudanças climáticas foi integrada ao planejamento urbano, alinhando a legislação do município com as preocupações globais do urbanismo

contemporâneo. No entanto, a questão central que se coloca é se essa integração é suficiente para enfrentar as principais causas das vulnerabilidades e riscos socioambientais da cidade, promovendo mudanças efetivas no ambiente urbano e avançando para um desenvolvimento sustentável.

Diante da crescente urgência das questões climáticas e da relevância do planejamento urbano, é imperativo que as políticas públicas e as estratégias de governança climática se alinhem a ações concretas nas cidades. Assim, a próxima subseção explora como as políticas públicas e a governança local estão sendo estruturadas para enfrentar os desafios climáticos, considerando a interação entre diferentes níveis de governo, a integração das questões climáticas nas políticas municipais e o papel central dos governos locais na implementação de soluções sustentáveis e eficazes.

3.3 2.3 GOVERNANÇA E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NAS CIDADES

As questões climáticas, antes restritas à ciência do clima, transformaram-se em um campo interdisciplinar, integrando áreas como física, ciências sociais, biologia, saúde e engenharia (Le, 2023). Estudos geográficos destacam, há décadas, o papel estratégico das cidades na mitigação e adaptação às mudanças climáticas, enfatizando como a capacidade administrativa local influencia diretamente a formulação e implementação de políticas de governança climática. Além disso, a ciência política tem se dedicado a investigar os fatores que motivam e orientam os atores subnacionais na resposta a esse desafio global, evidenciando lacunas temporais e interdisciplinares na abordagem do tema (Eckersley, 2017).

A partir da década de 1990, os governos municipais passaram a intensificar suas iniciativas nas relações internacionais, buscando maximizar oportunidades de desenvolvimento econômico e social e enfrentar os desafios da globalização. Esse movimento foi além dos tradicionais acordos de cidades-irmãs, com as autoridades locais e regionais sendo inicialmente incluídas como observadoras nos processos de negociação climática. Posteriormente, essas autoridades foram reconhecidas como “atores governamentais” no âmbito da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, com a formalização deste status nos documentos da COP 16, em Cancun, México, 2010 (Sotto, 2013).

Esses esforços, voltados para compreender o complexo mundo da governança climática transnacional, se expandiram para as negociações da UNFCCC, facilitando o engajamento diplomático com atores não estatais na preparação para a COP21 em Paris. Em 2011, o secretariado da UNFCCC lançou a iniciativa *Momentum for Change*, com o objetivo de “destacar a enorme onda de ações em andamento em todo o mundo”. Em 2014, esses esforços foram intensificados com o lançamento, pelo secretariado da UNFCCC, em parceria com a presidência da COP20 no Peru, da plataforma online *Non-State Actor Zone for Climate Action* (NAZCA), destinada a rastrear e exibir iniciativas climáticas de empresas, cidades, regiões e investidores (Jernnäs & Lövbrand, 2022).

Os diversos acordos globais e regionais que visam gerenciar os riscos das mudanças climáticas têm cada vez mais reconhecido o papel central dos governos municipais. Exemplos disso são a COP21 de Paris, a estrutura de política climática e energética da União Europeia 2030, o plano alemão de proteção climática 2050 e o programa nacional de mudanças climáticas da China (Teixeira & Pessoa, 2021). A governança local é central nesse contexto, pois a proximidade entre os governos e os cidadãos torna esses níveis administrativos cruciais para a observação direta e resposta aos impactos das mudanças climáticas, evidenciando a necessidade de ações direcionadas e eficazes (Granberg & Glover, 2021). No entanto, a ausência de uma orientação clara por parte dos governos nacionais ou regionais coloca os governos locais em uma posição desafiadora, obrigando-os a desenvolver estratégias de adaptação próprias (Sánchez *et. al.*, 2018).

A governança urbana ainda carece de uma base sólida de evidências empíricas sobre as estruturas institucionais capazes de facilitar a adaptação das cidades às mudanças sociais, ambientais e tecnológicas (Cruz *et. al.*, 2018). Para a implementação eficaz de políticas climáticas, é necessário o apoio de instâncias governamentais superiores, garantindo coerência e eficácia nas ações locais (Pietrapertosa *et. al.*, 2019). Nesse sentido, a criação de estruturas de governança robustas e a definição de políticas públicas consistentes são fundamentais para promover mudanças imediatas e transformadoras (Sotto *et. al.*, 2019).

Além disso, é relevante reconhecer que os governos municipais não operam de forma isolada. A interação entre iniciativas privadas, organizações da sociedade civil e governos precisa ser reavaliada para compreender melhor as ambiguidades nos papéis desses atores, especialmente no que se refere à tomada de decisões municipais, que permanece sob a responsabilidade dos governos locais (Cabral *et. al.*, 2021; Russo *et. al.*, 2021). A maneira como os governos locais delineiam sua visão para a cidade tem impacto direto na disposição dos

cidadãos em adotar comportamentos sustentáveis, o que reflete na complexa relação entre planejamento urbano e comportamento social (Reynard *et. al.*, 2021).

Nesse contexto, estratégias, ações e políticas públicas voltadas para as questões ambientais devem ser coordenadas em múltiplos níveis, do global ao local. O pensamento transescalar é essencial para superar a visão simplista de "pensar global e agir local", frequentemente defendida entre ambientalistas. Isso significa que abordagens restritas ao nível local podem ser insuficientes e, em alguns casos, até reforçar as dinâmicas geradoras dos problemas climáticos. Portanto, apesar dos desafios epistemológicos e práticos, a abordagem transescalar se revela essencial (Orsi, 2023). O desenvolvimento de políticas eficazes para mudanças climáticas e sua integração com políticas setoriais é uma tarefa complexa e desafiadora (Kumar & Geneletti, 2015).

A governança climática exige uma abordagem multinível, integrando ações locais às políticas regionais, nacionais e internacionais (Mumtaz, 2024). Os governos locais têm papel central na formulação de planos de adaptação climática, na mobilização de recursos e no fortalecimento das capacidades locais para lidar com os desafios ambientais. Apesar disso, as iniciativas locais de adaptação variam amplamente em velocidade e abrangência, dependendo de fatores institucionais e políticos (Desthieux & Joerin, 2022).

Ainda assim, muitos observam que as políticas e ações de resposta, desenvolvidas em escalas globais e nacionais, são frequentemente inadequadas para lidar com as questões climáticas nas esferas locais, onde os impactos são mais evidentes e diretos (Kumar & Geneletti, 2015). As diretrizes nacionais de adaptação urbana podem influenciar as ações e o planejamento municipal, mas há indícios de que a política nacional sozinha não é suficiente para ser eficaz sem compreender as condições locais. A adaptação às mudanças climáticas, enquanto questão política, exige uma abordagem transversal, multidisciplinar e multissetorial, requerendo considerável colaboração e cooperação para ser bem-sucedida. Embora as estruturas de governança e liderança para a adaptação variem consideravelmente entre os níveis e esferas de governo, problemas de coordenação intergovernamental são recorrentes (Allarané *et. al.*, 2024).

A adaptação às mudanças climáticas, enquanto questão política, exige uma abordagem transversal, multidisciplinar e multissetorial, requerendo considerável colaboração e cooperação para ser bem-sucedida. Embora as estruturas de governança e liderança para a adaptação variem consideravelmente entre os níveis e esferas de governo, problemas de coordenação intergovernamental são recorrentes (Kumar & Geneletti, 2015), muitas cidades e estados têm assumido a liderança, adotando políticas e programas de mudança climática em

resposta à inação do governo federal (Fiack & Kamieniecki, 2017). A política urbana desempenha um papel decisivo nesse cenário (Dai *et. al.*, 2018), e a capacidade de alinhar as políticas de mudança climática com outras preocupações municipais tem sido um fator significativo para o sucesso dessas políticas (Kalafatis, 2020).

Mais atenção é necessária em relação a como os esforços de política de mudança climática se relacionam com as atividades cotidianas e mundanas dos governos locais para obter uma melhor perspectiva sobre como a política de mudança climática se relaciona com as mudanças culturais e socioeconômicas (Kalafatis, 2020). Atuar de forma colaborativa enriquece o conhecimento coletivo sobre os problemas climáticos, aumentando o comprometimento e a conscientização para enfrentá-los (Iturriza *et al.*, 2020).

É necessário, portanto, que haja uma maior atenção à forma como os esforços de política climática se interconectam com as atividades cotidianas e as mudanças culturais e socioeconômicas nos governos locais, proporcionando uma melhor compreensão de como a política climática se traduz em mudanças práticas no contexto urbano (Kalafatis, 2020). O desenvolvimento contínuo das teorias sociais sobre políticas e governança climática local exige uma análise mais aprofundada dos processos políticos e das dinâmicas de governança local que impulsionam esses esforços (Allarané *et. al.*, 2024).

A transição gradual das políticas para a adaptação climática tem sido observada, particularmente no debate internacional sobre políticas climáticas, com destaque para questões como financiamento climático, vulnerabilidade, e o debate sobre perdas e danos (Grafakos *et. al.*, 2019). A integração dos conceitos de adaptação climática nas políticas municipais e nas estruturas administrativas é recente, mas tem crescido tanto na prática científica quanto na administração municipal nos últimos anos (Göpfert *et. al.*, 2019).

Torna-se imperativo desenvolver políticas públicas eficazes para enfrentar os desafios associados (Kang, 2023). A urgência deste tema reflete-se na necessidade de políticas que não apenas respondam às demandas imediatas da população, mas também promovam melhorias estruturais no país, integrando desenvolvimento sustentável e qualidade de vida (Siriporananon & Visuthismajarn, 2018).

Políticas públicas bem-sucedidas exigem planejamento sistemático, legislações apropriadas e orientação estratégica que permitam a implementação contínua de atividades até que diretrizes consolidadas de melhores práticas sejam estabelecidas. Nesse contexto, as políticas públicas oferecem parâmetros para a gestão e a tomada de decisões informadas,

favorecendo a integração de ações que atendam tanto às necessidades locais quanto aos compromissos globais (Siriporananon & Visuthismajarn, 2018).

Para os políticos, as mudanças climáticas competem com outras áreas prioritárias, como saúde, habitação e crescimento econômico, frequentemente consideradas mais urgentes pela sociedade, especialmente no que diz respeito a recursos e prioridades diárias. No entanto, os governos locais tendem a ser mais propensos a adotar e promover políticas favoráveis ao clima quando estas geram benefícios socioeconômicos e ambientais, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das comunidades, auxiliando as cidades a atingir outros objetivos e elevando sua liderança política (Di Giulio *et. al.*, 2019).

3. METODOLOGIA

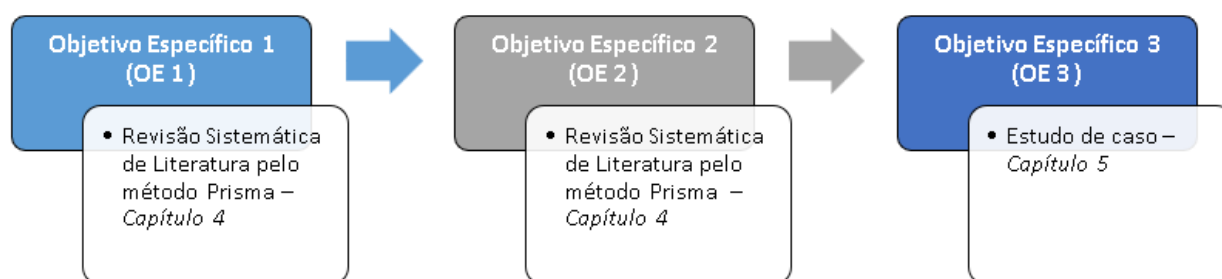
Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia adotada neste estudo. A abordagem metodológica é qualitativa, com o intuito de explorar e compreender os significados atribuídos por indivíduos ou grupos a questões sociais ou humanas. Nesse contexto, o processo de pesquisa envolve a formulação emergente de perguntas e procedimentos, a coleta de dados, sua análise indutiva e a tradução desses dados em temas gerais, além das interpretações do pesquisador sobre seus significados (Creswell & Creswell, 2021). Portanto, esta abordagem é adequada para responder à questão de pesquisa proposta, permitindo uma análise interpretativa e analítica das formas como as mudanças climáticas são incorporadas no contexto urbano.

O objetivo das Ciências Sociais é essencialmente qualitativo (Junior *et. al.*, 2021). Esta metodologia é uma abordagem essencial para investigar problemas sociais, exigindo um planejamento cuidadoso, assim como a coleta e o processamento rigorosos das informações que conferem a precisão, validade e confiabilidade dos dados obtidos (Camayd & Espinoza Freire, 2020).

Desta forma, para atender aos objetivos propostos, foram empregadas diversas fontes de dados para compor a coleta, análise e discussão. Cada objetivo específico foi abordado utilizando as ferramentas metodológicas indicadas na Figura 3.

Figura 3

Abordagem metodológica dos objetivos específicos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Com base nos objetivos específicos definidos, diferentes metodologias foram aplicadas para garantir o alcance dos resultados esperados. O Objetivo Específico 1, que busca identificar políticas públicas voltadas à adaptação climática em nível urbano, foi alcançado por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura, seguindo as diretrizes estabelecidas pelo *Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses*, Prisma. Essa revisão forneceu a base teórica

para a construção da matriz de análise mencionada no Objetivo Específico 2, que consistiu na elaboração de uma matriz voltada à avaliação de estratégias de planejamento urbano para a resiliência climática. Por fim, o Objetivo Específico 3 foi desenvolvido por meio de um estudo de caso aplicado ao município do Recife, onde a matriz de análise foi utilizada para avaliar a integração de medidas de adaptação climática nos instrumentos de planejamento urbano, permitindo a análise dos resultados no contexto local.

3.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA FASE 1

Além da seleção de uma abordagem metodológica, é essencial revisar a literatura acadêmica pertinente ao tópico ao desenvolver uma proposta ou estudo. Essa revisão é fundamental para avaliar a relevância do tema a ser investigado e para identificar estratégias que permitam delimitar o escopo da pesquisa a uma área específica ou tópico necessário (Creswell & Creswell, 2021).

A matriz de análise deste trabalho foi construída por meio da metodologia de Revisão Sistemática de Literatura, RSL, método estruturado amplamente validado que visa à identificação, seleção e análise imparcial da literatura existente sobre o tema (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003), considerando as diretrizes estabelecidas pelo *Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-Analyses*, Prisma (Page, et al., 2021). Sob esse enfoque, busca-se assegurar a objetividade e a ausência de vieses com vistas à reprodutibilidade do estudo, à confiabilidade dos resultados e à viabilização de comparações entre diferentes revisões sistemáticas (Yigitcanlar *et. al.*, 2019).

A RSL desempenha um papel relevante na gestão e análise abrangente do conhecimento em uma área específica (Tranfield *et. al.*, 2003). Adicionalmente, a utilização de métodos como revisões sistemáticas, que são capazes de identificar lacunas ou tópicos emergentes, pode fornecer informações mais eficazes (Petticrew & Roberts, 2008).

Uma distinção fundamental dessa abordagem em relação à revisão de literatura convencional é sua condução pragmática, conferindo-lhe a replicabilidade, cientificidade e transparência necessárias (Tranfield *et. al.*, 2003).

Este método compreende três fases distintas, que se encontram descritas na figura 4 (Etapas da RSL).

Figura 4*Etapas da RSL.*

Adaptado de Tranfield *et al.* (2003).

A fase inicial elabora o planejamento salientando a identificação da necessidade, a formulação do tema e a determinação dos critérios de busca. A segunda dedica-se à revisão de literatura propriamente atendo-se à análise abrangente das informações coletadas. A terceira e última fase detém-se na síntese dos resultados obtidos, alinhando-os concernente e coerentemente a proposta predefinida e preparando-os para divulgação (Tranfield *et al.*, 2003).

Com o propósito do estudo estabelecido, o foco central da análise é identificar, com base em estudos acadêmicos, as políticas públicas voltadas para a adaptação climática no contexto urbano.

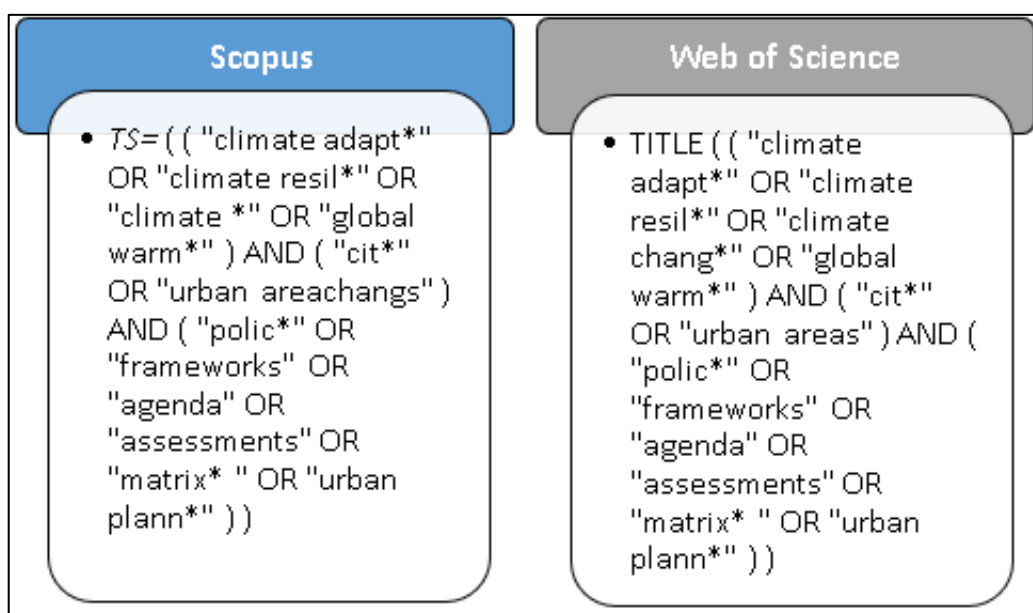
A bibliografia utilizada foi obtida no Portal de Periódicos da Capes, com dados extraídos das bases *Scopus* e *Web of Science*, que oferecem ampla cobertura de periódicos indexados relevantes ao tema em análise (Martín-Martín *et. al.*, 2018).

Dessas fontes, todas publicadas após 2015, ano em que o Acordo de Paris intensificou a inclusão das cidades nos debates climáticos ao reconhecê-las como agentes fundamentais na mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas (Chu, Schenk, & Patterson, 2018), selecionaram-se as palavras-chave (figura 5) "*climate adapt**", "*climate resil**", "*climate chang**", "*global warm**", "*cit**", "*urban areas*", "*polic**", "*frameworks*", "*agenda*", "*assessments*", "*matrix**" e "*urban plann**".

As palavras "*climate adapt**" e "*climate resil**" abrangem os conceitos centrais do estudo relacionados à adaptação e resiliência climática. "*Climate chang**" e "*global warm**" foram incluídas para captar pesquisas mais amplas sobre os impactos das mudanças climáticas. Termos como "*cit**", "*urban areas*" e "*urban plann**" garantem o foco no contexto urbano, enquanto "*polic**", "*frameworks*" e "*agenda*" abrangem discussões sobre políticas públicas, estruturas normativas e agendas estratégicas. Palavras como "*assessments*" e "*matrix**" refletem a abordagem metodológica e analítica, para identificação de estudos que utilizem métricas, avaliações e matrizes no contexto da análise de adaptação climática e planejamento urbano.

Figura 5

Palavras-chave das fontes de pesquisa.



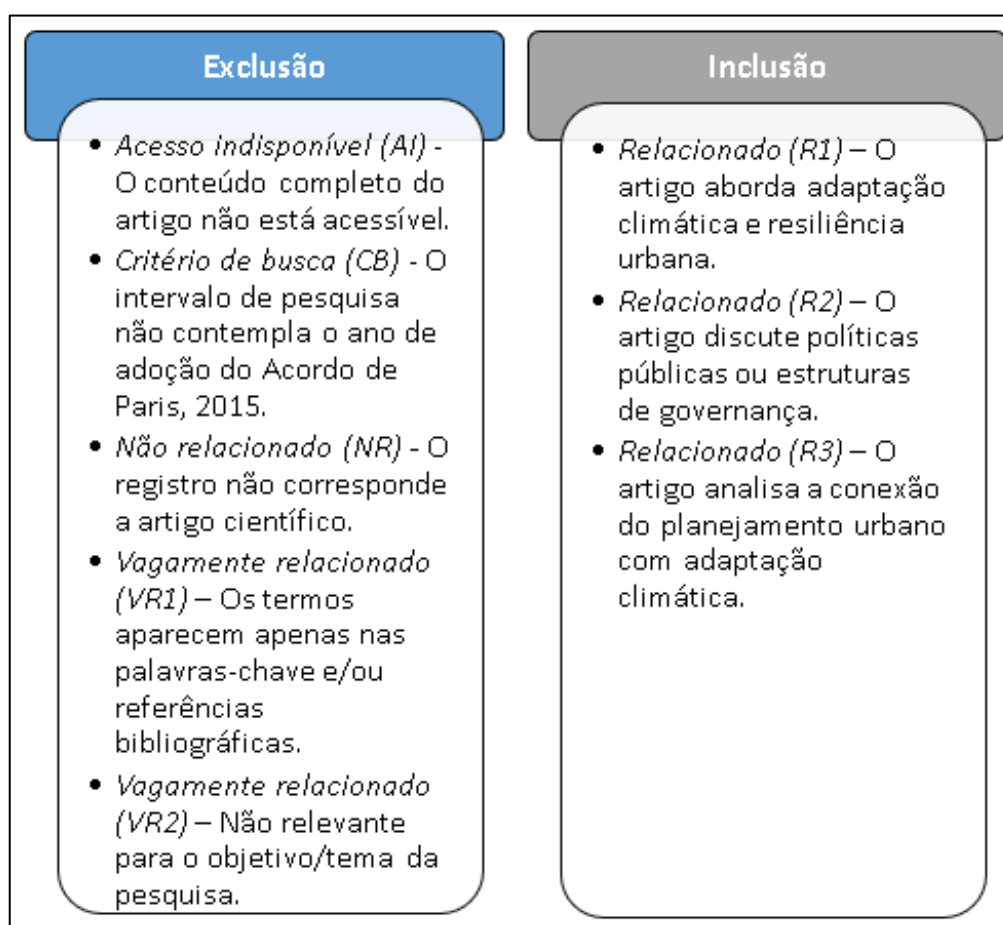
Fonte: Elaborado pela autora.

A revisão foi conduzida considerando exclusivamente os títulos dos artigos. Essa abordagem permite uma triagem inicial mais ágil e facilita a exclusão de materiais que claramente não atendem aos critérios estabelecidos para a pesquisa. Em temas como planejamento urbano e mudanças climáticas, onde os termos são bem definidos e o foco é específico, os títulos frequentemente fornecem informações suficientes para identificar artigos relevantes (Bramer *et. al.*, 2018; Booth, 2016). Dessa forma, ao restringir a análise aos títulos, foi possível priorizar artigos que abordassem explicitamente a interseção entre planejamento urbano e adaptação climática, sem perder o alinhamento com os objetivos da pesquisa.

O próximo passo consiste na definição dos critérios de busca e identificação dos estudos, bem como na determinação dos parâmetros para sua inclusão ou exclusão do grupo de análise. Os critérios adotados foram previamente estabelecidos e estão detalhados na figura 6.

Figura 6

Critérios de inclusão e exclusão de dados.



Fonte: Elaborado pela autora.

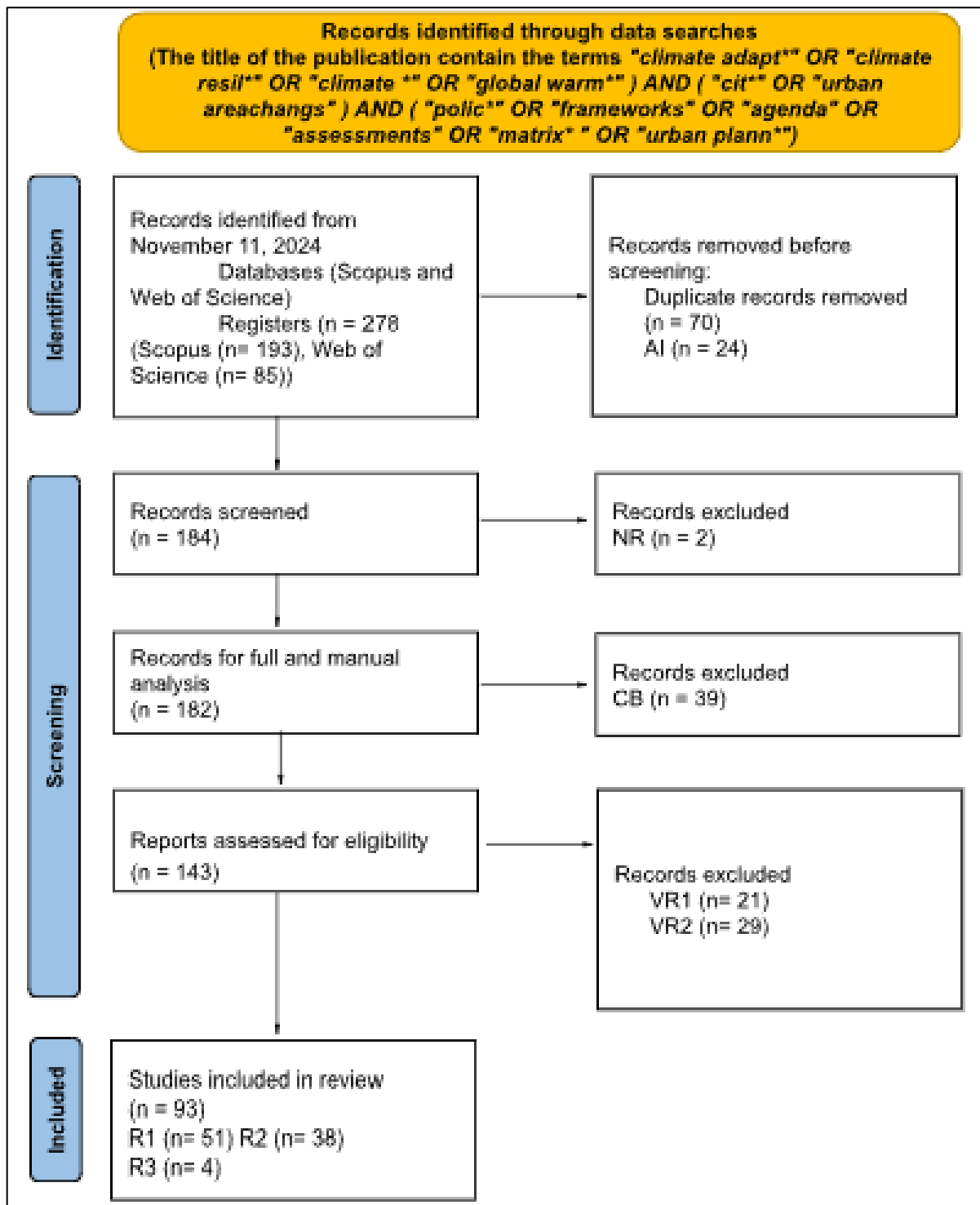
Os critérios de inclusão e exclusão foram estabelecidos para garantir que a RSL incluísse apenas artigos alinhados com o objetivo do estudo. Os critérios de exclusão visam eliminar

fontes que não atendem aos requisitos essenciais para a pesquisa. Artigos que não estão acessíveis em texto completo ou que possuem restrição de acesso foram excluídos, pois a impossibilidade de análise completa impede a avaliação aprofundada do conteúdo (AI). Também foram excluídas publicações que não seguem a estrutura e rigor científico, como resumos, resenhas ou artigos de opinião (NR), uma vez que não oferecem a profundidade analítica necessária. Além disso, artigos cujas palavras-chave são irrelevantes ou que não abordam diretamente a adaptação climática ou políticas públicas foram excluídos (VR1), assim como aqueles cujo conteúdo não trata substancialmente do tema da adaptação climática em áreas urbanas ou da análise de políticas públicas (VR2).

Por outro lado, os critérios de inclusão priorizam artigos que abordem, de forma explícita, a adaptação climática ou a resiliência em áreas urbanas, com destaque para a integração dessas questões no planejamento urbano e nas políticas públicas (R1). Também foram incluídos artigos que discutem políticas públicas, frameworks ou agendas para a adaptação climática, com ênfase na avaliação ou proposta de métricas, avaliações ou planos urbanos (R2). Além disso, foram considerados artigos que exploram a conexão entre planejamento urbano e adaptação climática, especialmente aqueles que sugerem estratégias e metodologias para tornar as cidades mais resilientes (R3).

Eliminados 70 artigos duplicados e 24 inacessíveis, 184 deles compuseram a amostra para análise. Nessa fase, 39 foram publicados antes de 2015; os termos de interesse de dois constavam apenas de suas palavras-chave e/ou referências bibliográficas; e 50 foram considerados irrelevantes para os propósitos e questões de pesquisa.

Por fim, durante o desenvolvimento da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foi adotado o fluxograma (figura 7), uma das diretrizes do Prisma, com o objetivo de garantir a replicabilidade, transparência e rigor da pesquisa (Page *et. al.*, 2021).

Figura 7*Fluxograma da RSL.*Adaptado de Page *et. al.* (2021).

Dessa seleção mais apurada, 93 artigos mostraram-se pertinentes com o escopo do estudo (apêndice A).

Com os 93 artigos selecionados, procedeu-se à leitura integral de cada texto, com foco na identificação dos principais temas que a literatura aponta como fundamentais para o planejamento urbano voltado à adaptação climática em nível urbano. A partir dessa análise, foram definidas doze categorias temáticas que fundamentam a matriz de análise: assentamentos informais, drenagem urbana, financiamento, gestão de recursos naturais, governança, infraestrutura urbana, mobilidade urbana, recursos hídricos, saneamento básico, saúde pública, segurança alimentar e vulnerabilidade. Essas categorias refletem os temas mais recorrentes e relevantes destacados nos artigos, oferecendo uma visão abrangente sobre os elementos que devem ser considerados no contexto do planejamento urbano adaptativo às mudanças climáticas.

Na próxima subseção, é detalhada a metodologia da fase 2, que consiste na aplicação da matriz de análise elaborada a partir da RSL. Essa etapa busca investigar como os instrumentos de planejamento urbano são aplicados dentro das doze categorias temáticas em nível urbano, permitindo uma análise sistemática e aprofundada dos dados.

3.5 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA FASE 2

A pesquisa exploratória tem como objetivo ampliar a compreensão do problema em questão, tornando-o mais explícito e facilitando a formulação de hipóteses (Creswell & Creswell, 2021). Para este estudo, optou-se pela utilização do método de estudo de caso (Yin, 2015), que possibilita a investigação de como o planejamento urbano influencia a capacidade de resposta de uma cidade aos impactos das mudanças climáticas, contribuindo para o desenvolvimento de sua adaptação climática.

O Brasil foi selecionado como cenário significativo, no contexto do sul global, devido à sua vasta extensão territorial, diversidade climática e ecossistemas únicos (Bustamante *et. al.*, 2019). Essa escolha ressalta a complexidade e a importância das questões ambientais e urbanas enfrentadas pelo país. Além disso, as capitais brasileiras são consideradas exemplos fundamentais para cidades menores, pois funcionam como epicentros onde os processos de urbanização se intensificam, frequentemente gerando desafios expressivos para suas populações (Sathler *et. al.*, 2019).

As regiões metropolitanas brasileiras, por sua relevância demográfica, econômica e espacial, recebem atenção especial, sendo vistas como aglomerações urbanas de grande complexidade e impacto (Sathler *et. al.*, 2019). Devido à inviabilidade de abranger todos os

municípios brasileiros, Recife foi escolhida como estudo de caso. Em 2007, a cidade foi classificada pelo IPCC (2014) como a 16ª mais vulnerável às mudanças climáticas no mundo, destacando sua relevância para o tema.

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental, direcionada à análise de normativas e diretrizes sobre mudanças climáticas e planejamento urbano. Nesse contexto, foram examinados o Plano Diretor, os Planos Setoriais de Adaptação Climática e o Plano de Ação Climática, considerados fundamentais para nortear iniciativas de mitigação e adaptação às alterações climáticas (Brasil, 2011).

Figura 8

Lista de documentos consultados.

Instrumento	Descrição
Plano Diretor	O Plano Diretor, instrumento fundamental da política urbana, é regulamentado pelo Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) e tem suas bases estabelecidas na Constituição Federal de 1988. Ele é definido como o principal mecanismo de orientação para o desenvolvimento urbano e o ordenamento da expansão territorial do município, garantindo que o crescimento das cidades ocorra de forma planejada, sustentável e com respeito à função social da cidade e da propriedade urbana. Seu objetivo central é promover um crescimento ordenado, alinhado às demandas sociais, econômicas e ambientais, além de estabelecer diretrizes que integrem o planejamento urbano às necessidades da população e aos desafios contemporâneos, como as mudanças climáticas (Constituição, 1988).
Planos Setoriais de Adaptação Climática	Instrumentos estratégicos vinculados à Política Nacional sobre Mudança do Clima, que tem como objetivo orientar ações específicas para promover a adaptação às mudanças climáticas em setores prioritários, como agricultura, saúde, mobilidade, infraestrutura e recursos hídricos (Brasil, 2009).
Plano de Ação Climática	Instrumento da política urbana fundamentado nas determinações da Política Nacional sobre Mudança do Clima, direcionado à implementação de ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, com o propósito de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, fortalecer a resiliência das cidades e fomentar o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2009).

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise dos dados seguiu a técnica de análise de conteúdo (Bardin, 2016) que é utilizada em pesquisas qualitativas. Essa técnica se estruturou em três fases principais. Inicialmente, foram realizadas leituras exploratórias dos documentos selecionados, conhecidas como "leituras flutuantes", com o objetivo de identificar e selecionar as unidades de análise.

Esse processo foi guiado pelas questões centrais do estudo, que investigam como o planejamento urbano se organiza para lidar com os impactos das mudanças climáticas.

Na segunda fase, foram extraídos os documentos analisados, que incluem o Plano Diretor, os Planos Setoriais de Adaptação Climática e o Plano de Ação Climática, previamente apresentados. Esses materiais foram considerados essenciais para a compreensão do tema e estão detalhados na Figura 8.

Por fim, as informações coletadas foram organizadas em categorias temáticas, agrupando conteúdos semelhantes. Essas categorias foram elaboradas com base na RSL, que identificou os principais temas considerados fundamentais pela literatura para o planejamento urbano voltado à adaptação climática em nível urbano, conforme destacado em estudos acadêmicos.

4. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

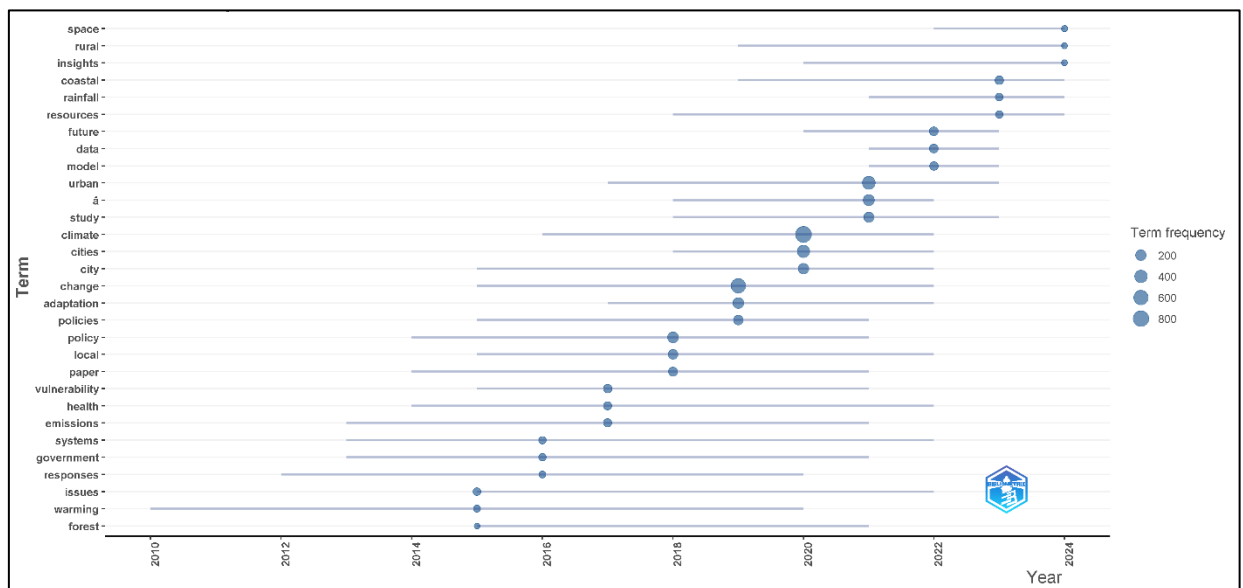
Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir da RSL que visa compilar, analisar e sintetizar as principais contribuições acadêmicas sobre o tema abordado para criação de uma matriz de análise de adaptação climática.

4.1 OBSERVAÇÕES GERAIS

Antes de iniciar a condução propriamente da RSL, os dados passaram por análise mediante o *software Bibliometrix*, versão 4.3.3, no ambiente de programação R. (figura 9) a fim de identificar os tópicos presentes na amostra alinhados com os objetivos da pesquisa.

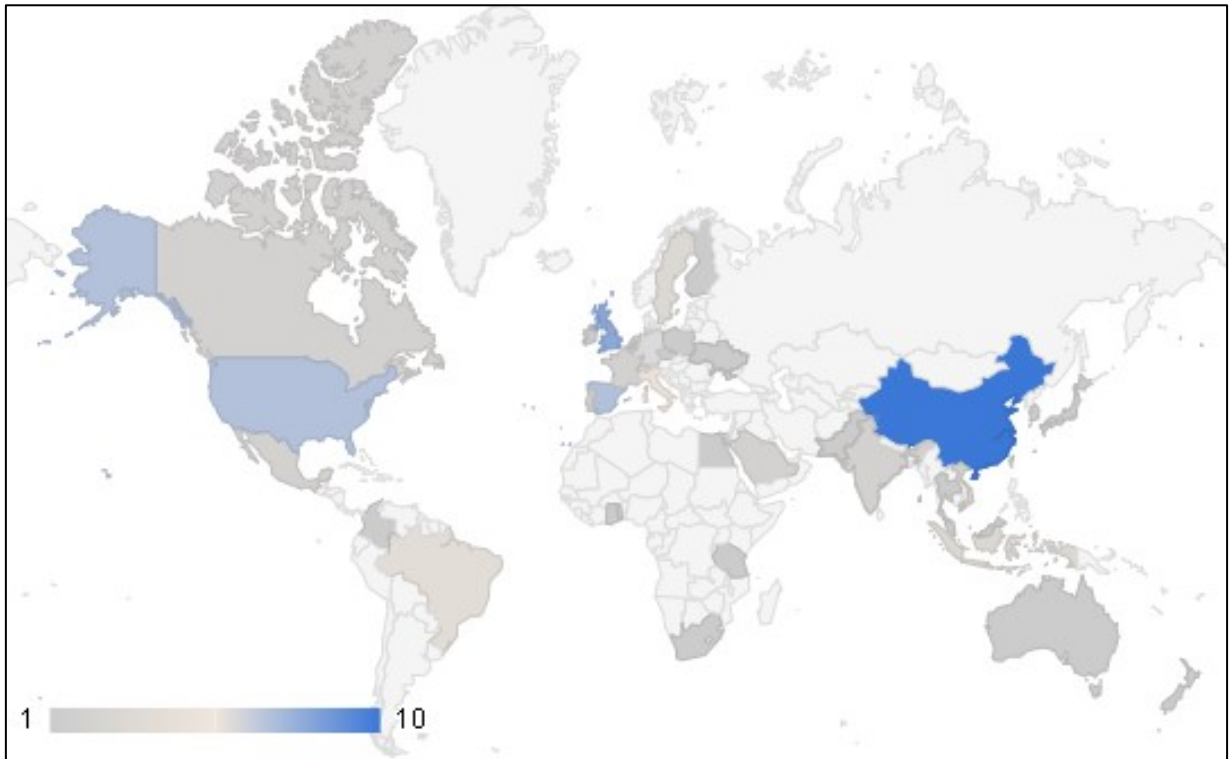
Figura 9

Tópicos populares.



Fonte: RStudio.

Durante a realização da Revisão Sistemática de Literatura, observou-se uma disparidade geográfica no número de publicações por país. Este indicador foi construído considerando a filiação do primeiro autor (Aria & Cuccurullo, 2017). A distribuição geográfica das publicações está ilustrada na Figura 10.

Figura 10*Distribuição geográfica dos artigos.*

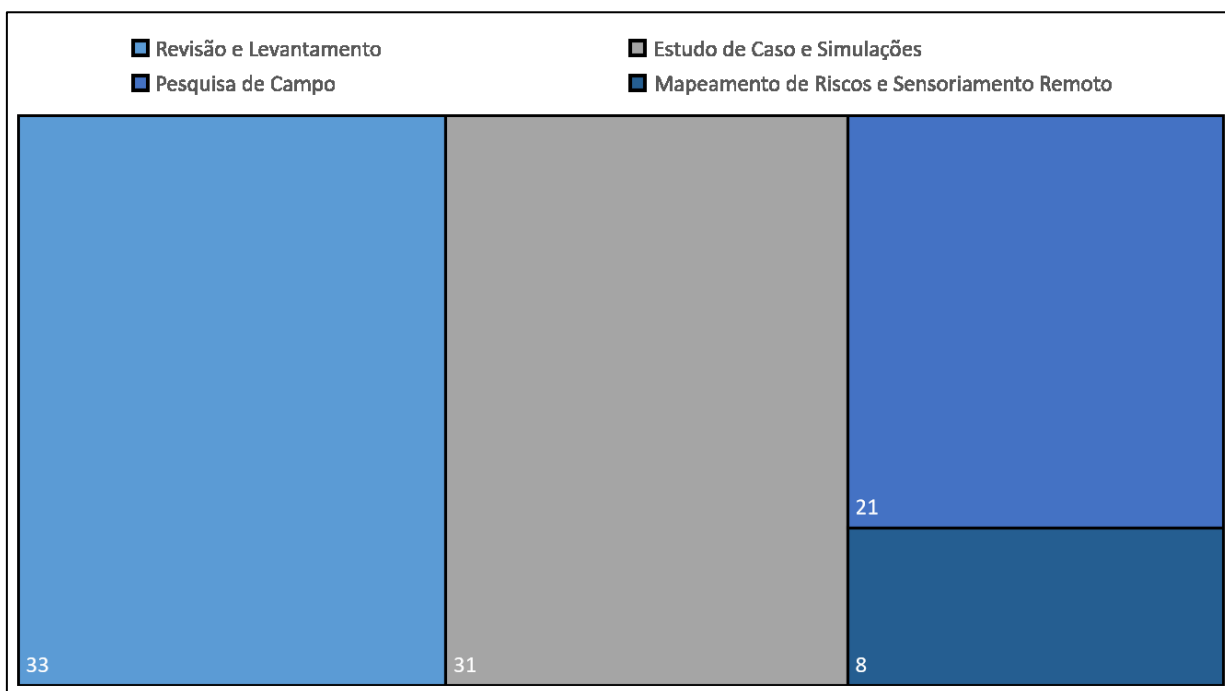
Fonte: Elaborado pela autora.

A análise das publicações por país revela que a China ocupa a liderança, com 10 artigos publicados, o que corresponde a aproximadamente 14% do total. Em seguida, o Reino Unido na segunda posição, com 8 publicações. A Espanha aparece na terceira colocação, com 7 artigos, mesma quantidade registrada pelos Estados Unidos, que ocupam a quarta posição.

As metodologias empregadas pelos autores podem ser agrupadas em quatro categorias principais, conforme ilustrado na Figura 11: (A) Estudo de Caso e Simulações, que se concentram em eventos urbanos específicos para investigar as respostas às mudanças climáticas e as políticas de adaptação; (B) Mapeamento de Riscos e Sensoriamento Remoto, que utilizam tecnologias como imagens de satélite para avaliar os riscos climáticos urbanos; (C) Revisão e Levantamento, voltadas à análise das políticas públicas existentes com o intuito de identificar lacunas nas abordagens atuais; e (D) Pesquisa de Campo, que coleta dados primários para avaliar a implementação e a eficácia das políticas de adaptação.

Figura 11

Distribuição dos artigos por metodologia.



Adaptado de Almeida (2022).

Ao analisar a distribuição das metodologias, observou-se que o Estudo de Caso e Simulações foi a abordagem predominante, com 31 publicações. Em seguida, a Revisão e Levantamento somou 33 publicações, destacando-se pela análise das políticas públicas existentes. A Pesquisa de Campo contou com 21 publicações, refletindo o interesse por dados empíricos, enquanto o Mapeamento de Riscos e Sensoriamento Remoto registrou 8 publicações. Juntas, as metodologias quantitativas representaram 65,3% da amostra, indicando uma tendência por análises e abordagens contextuais na adaptação climática urbana.

Os trabalhos analisados foram classificados em quatro categorias principais: (a) propostas de criação de políticas públicas ou frameworks inovadores para a adaptação climática; (b) discussão de políticas existentes e (c) desenvolvimento de ferramentas, modelos ou diretrizes para subsidiar a formulação de políticas. A categorização encontra-se na Figura 12, destacando a diversidade e os objetivos das abordagens.

Figura 12*Abordagens dos artigos.*

Proposta	Referência
Criação de políticas públicas	Göpfert <i>et. al.</i> , 2019; Grafakos <i>et. al.</i> , 2019; Kang, 2023; Nyashilu <i>et. al.</i> , 2023; Broto <i>et. al.</i> , 2015; Eliška <i>et. al.</i> , 2018; Hiscock <i>et. al.</i> , 2017; Muñoz-Pizza <i>et. al.</i> , 2023; Imani <i>et. al.</i> , 2022; Truong <i>et. al.</i> , 2022; Elisa Sainz <i>et. al.</i> , 2021; Hughes, 2020; Yulia & Arlianda, 2020; Lomba-Fernández, 2020; Göpfert <i>et. al.</i> , 2019; Siriporananon & Visuthismajarn, 2018; Chu, Schenk, & Patterson, 2018; Scheuer, Haase & Volk, 2017.
Discussão sobre políticas públicas	Irwin, 2024; Mumtaz, 2024; Estrada, Botzen, & Tol, 2017; Kalafatis, 2018; Teixeira & Pessoa, 2021; Simon <i>et. al.</i> , 2021; Serra, <i>et al.</i> , 2022; Storbjörk <i>et. al.</i> , 2024; Allarané <i>et. al.</i> , 2024; Smaliychuk & Latocha-Wites, 2023; Cruz <i>et. al.</i> , 2023; Hofmann <i>et. al.</i> , 2015; Orsi, 2023; Mukhlis & Perdana, 2022; Pei <i>et. al.</i> , 2022; Liang <i>et. al.</i> , 2020; Piana <i>et. al.</i> , 2020; Adu-Boateng, 2015; Eckersley, 2017; Araos <i>et. al.</i> , 2016; Filho, <i>et. al.</i> , 2018; Mari-Dell’Olmo <i>et. al.</i> , 2022; Barbi, 2021; Van Leeuwen <i>et. al.</i> , 2016; Potter, 2020; Kumar & Geneletti, 2015; Beeck <i>et. al.</i> , 2024; Silva <i>et. al.</i> , 2024; Othman <i>et. al.</i> , 2023; Chitsa <i>et. al.</i> , 2022; Vaghefi, <i>et. al.</i> , 2022; Grażyna, 2022; Desthieux & Joerin, 2022; Liang, 2021; <i>et. al.</i> , 2021; Lompi <i>et. al.</i> , 2021; Kang <i>et. al.</i> , 2021; Kalafatis, 2020; Dai, <i>et. al.</i> , 2018; Klein <i>et. al.</i> , 2018; Tapia <i>et. al.</i> , 2017; Hutter & Otto, 2017; Ahmed <i>et. al.</i> , 2022; Rusmadi <i>et. al.</i> , 2017; Kumar & Geneletti, 2015.
Desenvolvimento de ferramentas ou diretrizes	Laino <i>et. al.</i> , 2024; Marino <i>et. al.</i> , 2024; Puntub & Stefan, 2022; Ordóñez & Duinker, 2015; Khatibi <i>et. al.</i> , 2024; Chen & Wang, 2024; Xu, <i>et. al.</i> , 2023; Almulhim & Cobbinah, 2024; Le, 2023; Cai <i>et. al.</i> , 2021; Wallace, 2017; Avashia & Garg, 2020; Dolman <i>et. al.</i> , 2020; Nematchoua <i>et. al.</i> , 2019; Aguiar <i>et. al.</i> , 2019; Shao <i>et. al.</i> , 2024; Rayan <i>et. al.</i> , 2022; Fernández-Nóvoa <i>et. al.</i> , 2022; Wei <i>et. al.</i> , 2022; Mhedhbi <i>et. al.</i> , 2022; Grip <i>et. al.</i> , 2021; Tabucanon <i>et. al.</i> , 2021; Marzouk <i>et.</i>

Proposta	Referência
	<i>al.</i> ,2021; Gandini <i>et. al.</i> ,2021; Iturriza <i>et. al.</i> , 2020; Fiack & Kamieniecki, 2017.

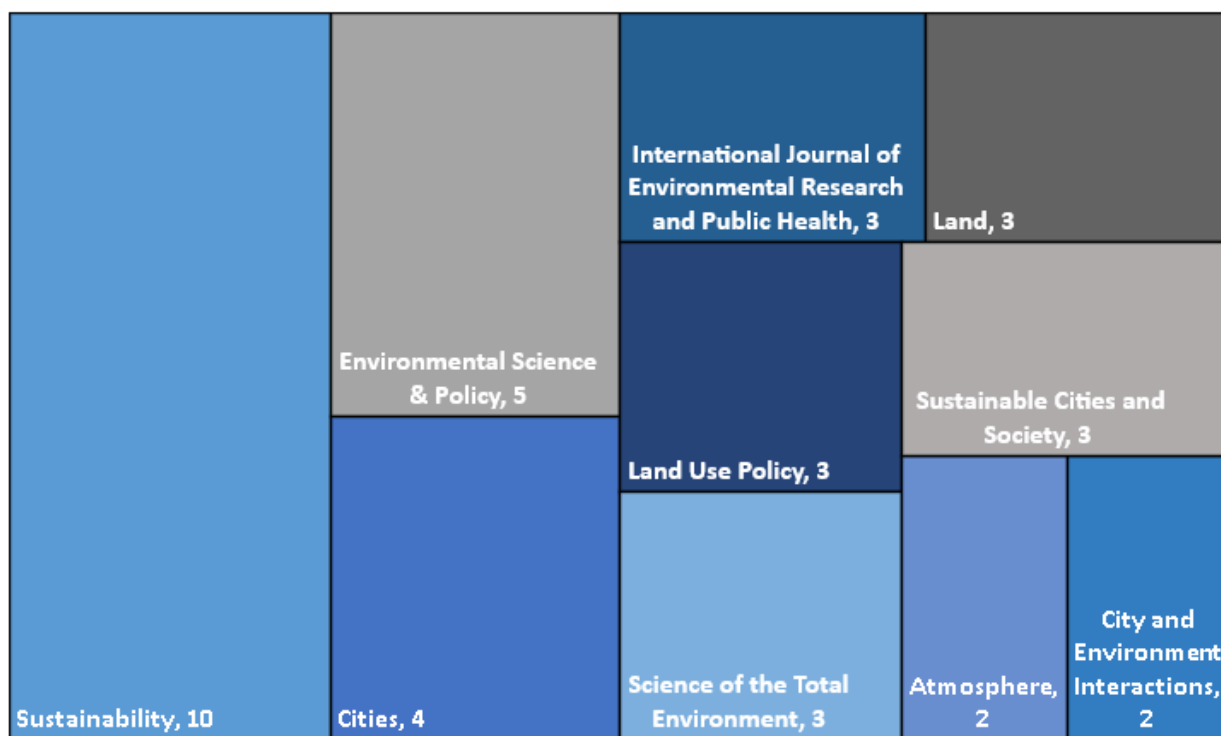
Fonte: Elaborado pela autora.

Esta análise evidencia a predominância de estudos dedicados à discussão sobre políticas públicas (46), destacando o interesse em avaliar a eficácia de iniciativas existentes. O desenvolvimento de ferramentas ou diretrizes (27) representa uma abordagem significativa para apoiar a implementação e o planejamento de estratégias. Já a criação de novas políticas públicas (20) aparece em menor escala, sugerindo uma menor ênfase na formulação de frameworks inéditos em relação às demais categorias.

A figura 13 analisa os periódicos que indexam a análise final, proporcionando uma visão geral das principais fontes utilizadas para compilar os artigos da amostra.

Figura 13

Distribuição dos artigos da amostra final por periódico.

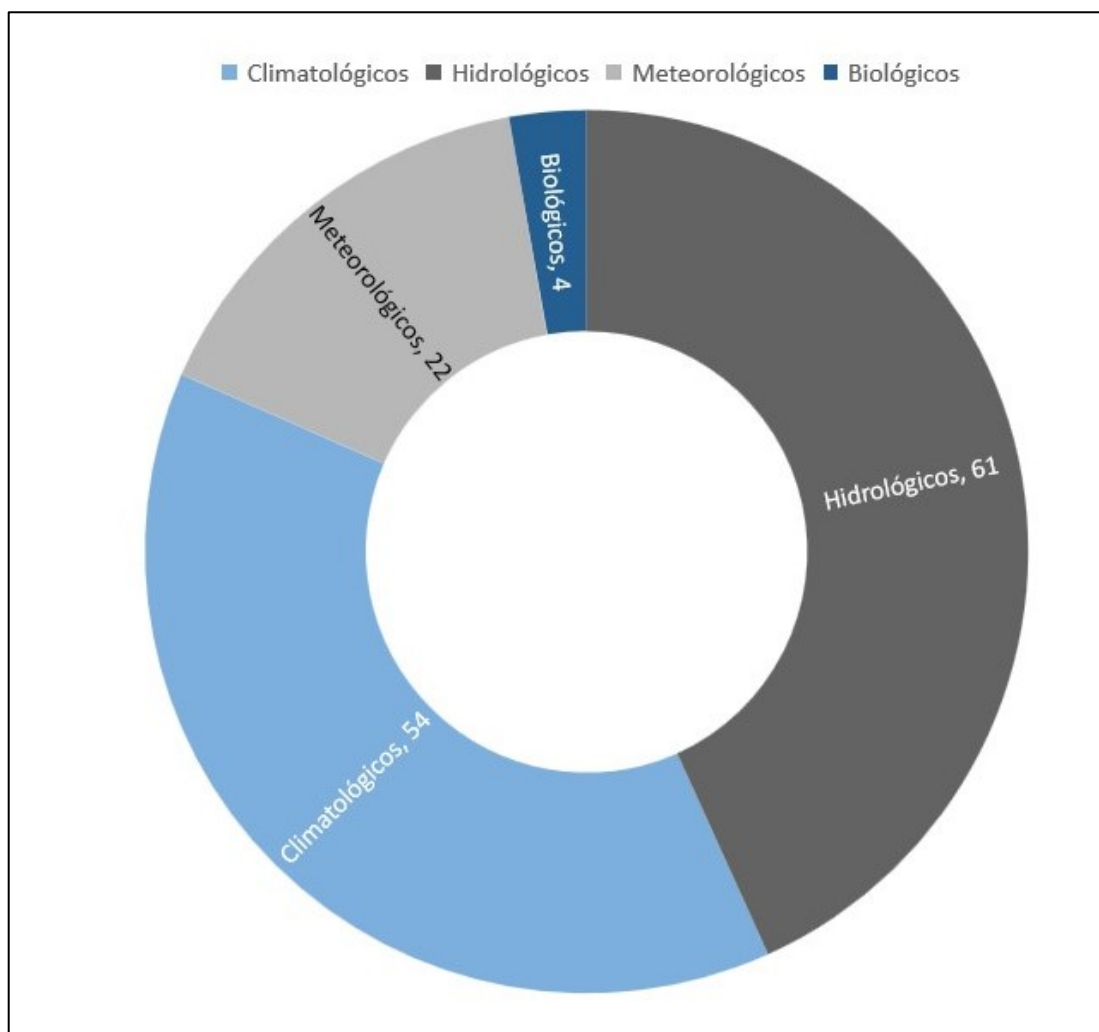


Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar os dados apresentados, observa-se a predominância de *Sustainability* com 10 artigos. Este resultado reflete a centralidade deste periódico nas discussões sobre práticas

Figura 16

Distribuição de menções aos tipos de desastres nos artigos analisados.



Fonte: Elaborado pela autora.

A análise dos dados revela uma forte ênfase nos desastres hidrológicos e climatológicos na literatura revisada. Com o maior número de menções, os desastres hidrológicos, como inundações e erosões costeiras, são percebidos como questões mais urgentes e recorrentes, indicando que esses desastres são considerados os maiores desafios ambientais pelos autores dos artigos analisados. A quantidade expressiva de menções a essas categorias reflete a crescente preocupação com os impactos das mudanças climáticas, além da necessidade de políticas públicas voltadas ao manejo das águas e à mitigação de riscos. De maneira semelhante, os desastres climatológicos, que envolvem fenômenos como secas e ondas de calor, também apresentam um número elevado de menções. Por outro lado, os desastres meteorológicos, embora também importantes, são abordados de forma menos extensiva, sugerindo que

fenômenos de curto prazo, como tempestades, são tratados de maneira mais pontual e com menor ênfase no contexto estudado.

Em contraste, a categoria de desastres biológicos se destaca por seu número reduzido de menções, o que sugere que esse tipo de desastre ainda é pouco explorado na literatura revisada. Isso pode refletir uma tendência de maior foco nos desastres ambientais e climáticos, com os desastres biológicos, como epidemias, sendo considerados eventos de menor impacto imediato ou de menor frequência nos contextos abordados. A escassa atenção dada aos desastres biológicos aponta para uma possível lacuna na pesquisa, sugerindo uma oportunidade para futuros estudos que integrem tanto as crises ambientais quanto as sanitárias, especialmente em cenários de interações complexas entre esses tipos de desastres.

A próxima subseção introduz as categorias codificadas a partir da RSL, que fundamentam a criação da matriz de análise voltada à adaptação climática.

4.2 CATEGORIAS DA MATRIZ DE ANÁLISE

Esta subseção tem como objetivo apresentar as categorias desenvolvidas para avaliar estratégias de planejamento urbano voltadas à resiliência climática. Essas categorias foram elaboradas a partir da rsl, que identificou, por meio de estudos acadêmicos, os instrumentos de planejamento urbano direcionados à adaptação climática em nível urbano (OE 1). A partir dessas doze categorias foi construída uma matriz de análise de adaptação climática (OE 2), a qual serve como ferramenta para avaliar as estratégias adotadas em diferentes contextos urbanos. No texto, são detalhadas as principais categorias identificadas nos artigos revisados, destacando como elas se articulam e contribuem para o enfrentamento dos desafios climáticos urbanos, promovendo uma abordagem integrada de adaptação.

Essas categorias foram elaboradas com base na literatura científica revisada, assegurando sua relevância e aplicabilidade ao contexto urbano. Assim, esta subseção não apenas organiza o conhecimento acumulado pela RSL, mas também estrutura uma ferramenta prática que promove avanços teóricos e aplicados na adaptação climática e no planejamento urbano sustentável.

4.2.1 Assentamentos Informais

Os assentamentos informais constituem uma das categorias da matriz de análise devido à sua elevada vulnerabilidade aos impactos climáticos, como enchentes, deslizamentos de terra e ondas de calor. Essa vulnerabilidade decorre de sua localização em áreas de risco e da carência de infraestrutura adequada (Marino *et al.*, 2024). Esses assentamentos emergem como resultado da rápida urbanização e da crise habitacional, evidenciando a necessidade de estratégias específicas que integrem esses territórios às políticas de adaptação climática (Simon *et al.*, 2021).

A adaptação climática nesses contextos requer uma abordagem integrada, que leve em conta as condições socioeconômicas e espaciais desses assentamentos. A alta densidade populacional, combinada à predominância de uma economia informal, exige soluções que articulem planejamento urbano e implementação de infraestrutura resiliente para mitigar vulnerabilidades (Ahmed *et al.*, 2022; Mhedhbi *et al.*, 2022).

A formulação de estratégias climáticas para esses territórios deve priorizar a inclusão social e a gestão de riscos, promovendo a resiliência comunitária. Medidas como o fortalecimento da infraestrutura, a mitigação de riscos geológicos e a integração desses assentamentos ao planejamento urbano são fundamentais para proteger as populações vulneráveis e transformar o ambiente urbano em um espaço mais adaptado às mudanças climáticas (Adu-Boateng, 2015; Liang *et al.*, 2020).

4.2.2 Drenagem Urbana

A drenagem urbana é uma categoria dentro da matriz de análise, devido à sua relação direta com os desafios impostos pelas mudanças climáticas, como o aumento de chuvas intensas e frequentes. Esses fenômenos podem ultrapassar a capacidade dos sistemas de escoamento e resultar em inundações pluviais significativas (Tapia *et al.*, 2017). O agravamento dessas inundações ocorre frequentemente devido a falhas estruturais nos sistemas de drenagem e à crescente ocorrência de fenômenos climáticos extremos, mais intensos e recorrentes (Marino *et al.*, 2024).

Nas periferias urbanas, os riscos se ampliam, em grande parte pela má gestão de resíduos sólidos, que obstruem canais de drenagem e comprometem a eficiência dos sistemas de escoamento, exacerbando as vulnerabilidades locais (Aguiar *et al.*, 2019).

Para fortalecer a resiliência das cidades e mitigar os impactos desses eventos, é essencial adotar uma abordagem integrada de renovação urbana sustentável. Isso implica a implementação de sistemas de drenagem eficientes, a ampliação do acesso à água encanada e a adoção de práticas que minimizem doenças transmitidas pela água, beneficiando assim as comunidades vulneráveis (Filho *et al.*, 2018).

Estratégias complementares, como a retenção e separação de águas pluviais, são fundamentais para reduzir o risco de alagamentos em áreas urbanas suscetíveis. Essas medidas não apenas ajudam a mitigar os impactos imediatos das inundações, mas também promovem o uso sustentável dos recursos hídricos, um elemento essencial para enfrentar os desafios climáticos e garantir a resiliência das cidades a longo prazo (Van Leeuwen *et al.*, 2016).

4.2.3 Financiamento

O financiamento representa um componente estratégico fundamental para a implementação de ações de adaptação climática em áreas urbanas. A alocação de recursos financeiros adequados é essencial para assegurar que os planos e estratégias climáticas sejam efetivamente executados, estabelecendo uma conexão entre planejamento financeiro e objetivos ambientais (Simon *et al.*, 2021).

Contudo, os governos locais enfrentam uma significativa barreira relacionada à escassez de recursos financeiros. Essa limitação reduz a capacidade de adoção de medidas adaptativas e compromete a mitigação de riscos climáticos, especialmente em contextos onde os impactos das mudanças climáticas são mais intensos e frequentes (Beeck *et al.*, 2024).

A autonomia financeira dos governos locais está diretamente vinculada ao sucesso de políticas climáticas. Municípios com maior capacidade de mobilização de recursos e gestão organizacional têm maior potencial para planejar e implementar iniciativas adaptativas que atendam às especificidades de suas populações e territórios (An *et al.*, 2022).

Estudos indicam que as ações de mitigação recebem a maior parte do financiamento climático global, proveniente de organizações multilaterais e bancos de desenvolvimento (Grafakos *et al.*, 2019). Estratégias de financiamento inovadoras e integradas, que ampliem a

arrecadação e o acesso a fundos climáticos internacionais, são essenciais para fortalecer a resiliência urbana e implementar soluções para os desafios climáticos. Embora o financiamento seja comumente destinado à mitigação, sua aplicação para adaptação é menos frequente, apesar dos benefícios da gestão de riscos se manifestarem a longo prazo (Desthieux & Joerin, 2022).

4.2.4 Gestão de Recursos Naturais

A gestão sustentável dos recursos naturais é um elemento estratégico essencial para a adaptação climática, desempenhando um papel relevante na mitigação dos impactos das mudanças climáticas e na construção de sistemas resilientes a longo prazo. Essa abordagem busca equilibrar desenvolvimento humano e preservação ambiental por meio de ações integradas, que abrangem desde a proteção de ecossistemas vulneráveis até o uso consciente dos recursos naturais (Orsi, 2023).

Entre as principais medidas de adaptação, destacam-se a gestão de áreas costeiras e úmidas, essenciais para a contenção de enchentes e a preservação da biodiversidade; a conscientização pública, que fomenta práticas sustentáveis e estimula o engajamento comunitário; e o planejamento do uso do solo, voltado para a resiliência, com ênfase na preservação de áreas verdes e na mitigação de riscos naturais. Além disso, o fortalecimento da capacidade adaptativa de comunidades e sistemas naturais é relevante para enfrentar eventos climáticos extremos e assegurar a sustentabilidade a longo prazo (Ahmed *et al.*, 2022).

4.2.5 Governança

A governança desempenha um papel central na capacidade das cidades de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e alcançar a sustentabilidade ambiental. Essa capacidade está intrinsecamente ligada a poderes e funções bem definidos no âmbito dos governos locais, que são responsáveis por questões críticas como planejamento urbano, mobilidade sustentável e gestão de recursos. Tais elementos são essenciais para promover estratégias eficazes de adaptação e mitigação climática (Simon *et al.*, 2021).

Um aspecto relevante da governança climática é o empoderamento dos cidadãos na formulação de políticas públicas. Essa abordagem fortalece a legitimidade democrática e aumenta a eficácia das estratégias de adaptação, ao engajar a população em processos decisórios

relevantes. A participação cidadã ativa e informada garante que as políticas sejam inclusivas e respondam às necessidades específicas das comunidades locais, ampliando o engajamento coletivo frente aos desafios climáticos (Kang *et al.*, 2023).

Para maximizar os benefícios da participação pública, é necessário ultrapassar um caráter simbólico e promover contribuições fundamentadas em educação ambiental e diálogo informado. Essa dinâmica colaborativa entre governos locais e cidadãos contribui para o desenvolvimento de leis e estratégias climáticas que não apenas respondem à urgência da crise climática, mas também refletem as particularidades e demandas das populações afetadas (Chitsa *et al.*, 2022; Serra *et al.*, 2022).

4.2.6 Infraestrutura Urbana

A garantia de condições adequadas de moradia e infraestrutura é fundamental para aumentar a capacidade de adaptação das cidades aos impactos das mudanças climáticas (Kumar *et al.*, 2016). A urbanização desordenada, especialmente em áreas com infraestrutura inadequada, intensifica os riscos climáticos, como inundações e deslizamentos, exacerbando as vulnerabilidades socioeconômicas das populações expostas (Mhedhbi *et al.*, 2022).

Estudos recentes identificam os co-benefícios e compensações entre serviços de adaptação e mitigação proporcionados pela infraestrutura urbana, como a redução de ilhas de calor e a mitigação de inundações, ao mesmo tempo em que promovem o bem-estar social e ambiental (Grafakos *et al.*, 2019). Além disso, esforços para direcionar investimentos a infraestruturas críticas têm sido apontados como estratégicos para aumentar a resiliência urbana. Tais investimentos fortalecem as capacidades defensivas e de recuperação dos sistemas urbanos, sendo cruciais para o enfrentamento de eventos climáticos extremos e para a construção de cidades mais preparadas e adaptáveis (Chen & Wang, 2024).

A integração dessas ferramentas com setores como arquitetura, engenharia e construção pode ampliar as possibilidades de combate às mudanças climáticas. Esses setores têm um papel essencial na melhoria da infraestrutura urbana por meio da implementação de práticas inovadoras, como aumento da produtividade, gestão sustentável de recursos, envolvimento das partes interessadas e incorporação de princípios de circularidade (Almulhim & Cobbinah, 2024). Dessa forma, a infraestrutura urbana resiliente torna-se uma categoria central na matriz de análise da adaptação climática.

4.2.7 Mobilidade urbana

A mobilidade urbana é um elemento estratégico na adaptação climática, dada sua significativa contribuição para as emissões de GEE e a alta demanda por energia. A promoção de políticas voltadas para formas sustentáveis e ativas de mobilidade, como caminhar, andar de bicicleta e utilizar o transporte público, desempenha um papel importante na redução de emissões e na mitigação dos impactos da poluição atmosférica. Além disso, essas iniciativas favorecem o desenvolvimento de hábitos mais saudáveis e incentivam a inclusão social (Nematchoua *et al.*, 2019; Marí-Dell’Olmo *et al.*, 2022).

Entretanto, a infraestrutura tradicional de mobilidade urbana frequentemente aumenta as superfícies impermeáveis nas cidades, competindo com medidas de adaptação climática. Esse desequilíbrio contribui para a dificuldade na gestão de águas pluviais e aumenta os riscos de alagamentos em ambientes urbanos (Ahmed *et al.*, 2022). Como resposta, é essencial promover mudanças comportamentais que incentivem o uso de sistemas de transporte público e a implementação de estratégias como o desenvolvimento orientado para o trânsito, que integra planejamento urbano e transporte sustentável (Chu *et al.*, 2018).

As redes de transporte representam pilares do desenvolvimento sustentável e da adaptação climática, especialmente em áreas sujeitas a eventos climáticos extremos, como regiões costeiras. Nessas localidades, é fundamental investir na resiliência dessas redes para assegurar sua funcionalidade mesmo diante de condições adversas, como tempestades e elevação do nível do mar (Muñoz-Pizza *et al.*, 2023).

Ao integrar estratégias de transporte sustentável, as cidades podem não apenas reduzir as emissões de CO₂, mas também aumentar sua resiliência climática. A mobilidade urbana integrada e sustentável contribui significativamente para a adaptação climática, promovendo o equilíbrio entre acessibilidade, sustentabilidade e resiliência urbana (Göpfert *et al.*, 2019).

4.2.8 Recursos hídricos

Os recursos hídricos enfrentam desafios cada vez maiores, agravados por fatores como o crescimento populacional, padrões de consumo insustentáveis, má gestão ambiental e os impactos das mudanças climáticas. Essas pressões colocam a gestão da água como prioridade

nas agendas internacionais de adaptação climática, dado o papel essencial que desempenha na sustentabilidade e na qualidade de vida urbana (Van Leeuwen *et al.*, 2016).

As mudanças climáticas trazem incertezas significativas, como alterações nos regimes de precipitação, aumento da frequência de eventos extremos e a intensificação da escassez hídrica. Esses impactos são particularmente severos em áreas urbanas marcadas pela desigualdade social, onde a falta de acesso adequado à água compromete diretamente a saúde e o bem-estar da população (Shao *et al.*, 2024; Liang *et al.*, 2020).

Uma gestão estratégica e adaptativa dos recursos hídricos é fundamental para enfrentar esses desafios e garantir a segurança hídrica e a resiliência urbana. Iniciativas inovadoras, como o conceito de "cidades sensíveis à água", oferecem abordagens integradas que alinham sustentabilidade, habitabilidade e adaptação climática. Essas soluções incluem infraestrutura verde, sistemas de captação e reutilização de água e práticas de manejo eficiente, que não apenas mitigam os impactos das mudanças climáticas, mas também promovem prosperidade a longo prazo (Marino *et al.*, 2024; Lompi *et al.*, 2021).

4.2.9 Saneamento básico

A ausência de saneamento básico nas áreas urbanas representa uma falha estrutural crítica que dificulta a adaptação climática, especialmente nas zonas mais vulneráveis. Muitas dessas áreas, ocupadas de forma desordenada em regiões ambientalmente sensíveis, como encostas e margens de rios, são particularmente suscetíveis aos impactos de eventos climáticos extremos, como inundações e deslizamentos de terra. Essa vulnerabilidade é intensificada pela falta de infraestrutura adequada, que agrava as condições de vida da população e potencializa a exploração insustentável dos recursos naturais (Orsi, 2023).

A falta de acesso a serviços essenciais como água potável e esgotamento sanitário também expõe as comunidades a riscos aumentados de doenças de veiculação hídrica, o que diminui a resiliência das populações diante de desastres naturais e mudanças climáticas (Orsi, 2023). Em muitos contextos urbanos, essas condições de carência de saneamento básico geram desigualdades sociais significativas, já que as populações mais pobres são as mais afetadas.

Investir em saneamento básico é uma estratégia fundamental para mitigar os impactos das mudanças climáticas e fortalecer a adaptação das cidades. A implementação de infraestrutura de saneamento não só reduz a exposição a doenças e melhora a qualidade de vida,

mas também promove a justiça social ao proporcionar condições adequadas de habitabilidade para todas as camadas da população, contribuindo para cidades mais resilientes e sustentáveis.

4.2.10 Saúde Pública

Os impactos das mudanças climáticas na saúde pública são significativos e multifacetados. O aumento da frequência de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, inundações e tempestades, intensifica problemas de saúde existentes, como doenças respiratórias e cardiovasculares, além de facilitar a disseminação de doenças endêmicas, como dengue e malária (Eliška *et al.*, 2018; Silva *et al.*, 2024; Allarané *et al.*, 2024; Nyashilu *et al.*, 2023; Liang *et al.*, 2020). Além disso, o aumento das temperaturas exacerba condições de saúde, como desidratação e exaustão, e favorece a proliferação de pragas que afetam tanto a saúde humana quanto as culturas agrícolas, agravando a vulnerabilidade das populações mais expostas (Filho *et al.*, 2018).

A insuficiência de recursos de saúde em áreas urbanas amplifica esses riscos, resultando em maiores taxas de mortalidade, complicações como partos prematuros e um aumento nas internações hospitalares (Marí-Dell’Olmo *et al.*, 2022). Assim, para mitigar os impactos do aquecimento global na saúde pública, é imprescindível a implementação de políticas robustas que promovam cidades resilientes, infraestrutura de saúde adequada e estratégias adaptativas capazes de reduzir os efeitos das mudanças climáticas na saúde das populações urbanas (Mumtaz, 2024; Puntub & Stefan, 2022; Hiscock *et al.*, 2017).

4.2.11 Segurança Alimentar

As mudanças climáticas têm um impacto direto e significativo sobre a segurança alimentar, principalmente ao intensificar a frequência e a gravidade de eventos climáticos extremos, como secas, enchentes e ondas de calor. Esses eventos comprometem a produção e o fornecimento de alimentos nas áreas urbanas, tornando mais vulneráveis as populações já afetadas por desigualdades sociais e econômicas. A agricultura urbana surge como uma solução estratégica, ajudando a aumentar a resiliência alimentar das cidades ao reduzir a dependência de cadeias de abastecimento longas e vulneráveis, ao mesmo tempo em que oferece uma alternativa sustentável e local (Grafakos *et al.*, 2019).

A agricultura urbana também tem funções integradas que vão além da produção de alimentos, como promover a adaptação climática e proporcionar meios de subsistência para populações economicamente vulneráveis (Ahmed *et al.*, 2022). No entanto, o aumento da intensidade dos desastres climáticos coloca em risco a viabilidade da agricultura urbana, afetando diretamente as colheitas, degradando solos e interrompendo sistemas de irrigação, o que amplia o risco de insegurança alimentar nas cidades (Kang, 2023).

É fundamental, portanto, que se priorizem políticas públicas que incentivem a agricultura urbana e periurbana, integrando essas práticas ao planejamento urbano. A implementação de soluções tecnológicas, como sistemas de cultivo vertical, manejo eficiente da água e práticas agroecológicas, pode fortalecer ainda mais a resiliência das cidades frente aos impactos climáticos, tornando a produção local de alimentos uma ferramenta estratégica de adaptação e sustentabilidade a longo prazo (Truong *et al.*, 2022).

4.2.12 Vulnerabilidade

As mudanças climáticas intensificam as desigualdades sociais, afetando desproporcionalmente os grupos historicamente marginalizados, como populações de baixa renda, mulheres, minorias raciais, crianças e idosos (Hughes, 2020; Marí-Dell'Olmo *et al.*, 2022; Göpfert *et al.*, 2019). Estas desigualdades são frequentemente agravadas por políticas climáticas que não consideram as necessidades específicas desses grupos, comprometendo sua saúde, segurança e qualidade de vida (Irwin, 2024). Em áreas urbanas, a vulnerabilidade é acentuada devido à alta densidade populacional, infraestrutura deficiente e a concentração de ativos econômicos, tornando as cidades especialmente suscetíveis a eventos climáticos extremos, como inundações e ondas de calor (Filho *et al.*, 2018; Imani *et al.*, 2022).

As inundações em áreas costeiras, exacerbadas pelo aumento do nível do mar, e as ilhas de calor urbanas evidenciam as vulnerabilidades das cidades frente às mudanças climáticas, afetando a infraestrutura, a saúde pública e a economia local (Laino *et al.*, 2024; Xu *et al.*, 2023; Marzouk *et al.*, 2021; Avashia & Garg, 2020). A urbanização acelerada e o envelhecimento populacional aumentam a exposição a esses riscos, enquanto a falta de acesso a serviços essenciais, como água potável e saneamento, agrava a insegurança alimentar e limita os meios de subsistência, especialmente em comunidades mais empobrecidas (Eliška *et al.*, 2018; Truong *et al.*, 2022).

Para mitigar esses impactos, as políticas públicas devem integrar a análise das vulnerabilidades climáticas com uma abordagem focada nas desigualdades sociais. As medidas de adaptação devem ser equitativas e inclusivas, com foco em soluções baseadas em uma compreensão detalhada das necessidades das populações vulneráveis. Isso inclui o fortalecimento da resiliência por meio de estratégias que promovam a equidade social, melhorem a infraestrutura e garantam oportunidades econômicas, criando cidades mais adaptadas e sustentáveis (Fernández-Nóvoa *et al.*, 2022; Hiscock *et al.*, 2017; Irwin, 2024).

4.3 MATRIZ DE ANÁLISE

A Figura 76 apresenta a matriz de análise para a adaptação climática nas cidades, consolidando as categorias previamente descritas e oferecendo uma compreensão integrada das múltiplas dimensões que influenciam a resiliência urbana. Cada categoria, com suas características específicas, desempenha um papel fundamental no delineamento de abordagens para a adaptação climática. Além disso, a matriz funciona como um instrumento para a avaliação de políticas públicas já implementadas. Com base nessa avaliação, a matriz também pode ser aprimorada para subsidiar tanto o aperfeiçoamento quanto a formulação de novas políticas públicas voltadas à adaptação climática.

Figura 17

Matriz de análise de adaptação climática.

Categoria	Descrição	Aplicação	Referência
Assentamentos Informais	Assentamentos informais em áreas de risco demandam uma gestão eficaz para reduzir as vulnerabilidades. O crescimento populacional desordenado agrava a crise habitacional, ampliando esses assentamentos. Nesse contexto, estratégias climáticas se tornam essenciais para mitigar os riscos e fortalecer a resiliência dessas comunidades	O município adota estratégias que integrem a gestão de riscos para minimizar vulnerabilidades e proteger essas comunidades.	Marino <i>et al.</i> , 2024; Simon <i>et al.</i> , 2021; Ahmed <i>et al.</i> , 2022; Mhedhbi <i>et al.</i> , 2022; Adu-Boateng, 2015; Liang <i>et al.</i> , 2020.
Drenagem Urbana	A retenção e separação de águas pluviais desempenham um papel relevante na adaptação urbana às mudanças climáticas, ao reduzir inundações, proteger áreas vulneráveis e promover o uso sustentável dos recursos hídricos, o	O município alinha projetos e obras de drenagem urbana com as medidas adaptativas climáticas.	Tapia <i>et al.</i> , 2017; Marino <i>et al.</i> , 2024; Aguiar <i>et al.</i> , 2019; Filho <i>et al.</i> , 2018; Van Leeuwen <i>et al.</i> , 2016.

Categoria	Descrição	Aplicação	Referência
	que fortalece a resiliência das cidades.		
Financiamento	Os desembolsos municipais alinhados às ações climáticas são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de adaptação e mitigação. No entanto, o financiamento frequentemente representa uma barreira significativa. A disponibilidade de recursos financeiros e organizacionais próprios fortalece a capacidade dos governos locais de implementar políticas climáticas adequadas.	O município possui capacidade de alocação de recursos econômicos para lidar com os efeitos das mudanças climáticas.	Simon <i>et al.</i> , 2021; Beeck <i>et al.</i> , 2024; An <i>et al.</i> , 2022; Grafakos <i>et al.</i> , 2019; Desthieux & Joerin, 2022).
Gestão de Recursos Naturais	A gestão sustentável dos recursos naturais é essencial para mitigar os impactos das mudanças climáticas e garantir a resiliência ambiental. As principais medidas incluem o manejo de áreas costeiras e úmidas, o planejamento resiliente do uso do solo, a conscientização pública e o fortalecimento da adaptação de comunidades e ecossistemas.	O município implementa a gestão sustentável de recursos naturais, priorizando a proteção de áreas costeiras e úmidas, o planejamento resiliente do uso do solo e a capacitação adaptativa de comunidades e ecossistemas.	Orsi, 2023; Ahmed <i>et al.</i> , 2022.
Governança	A capacidade das cidades de enfrentar as mudanças climáticas depende de governos locais com poderes adequados e gestão eficaz. O empoderamento cidadão, por meio da participação ativa e informada, fortalece os valores democráticos e favorece a implementação de políticas climáticas legítimas, inclusivas e eficazes.	O município possui processos de governança que integrem múltiplos níveis e atores, com ênfase na participação ativa da sociedade civil na formulação e implementação de políticas climáticas.	Simon <i>et al.</i> , 2021; Kang <i>et al.</i> , 2023; Chitsa <i>et al.</i> , 2022; Serra <i>et al.</i> , 2022.
Infraestrutura Urbana	Condições seguras de moradia são fundamentais para a resiliência e adaptação climática. A urbanização desordenada intensifica a vulnerabilidade em áreas precárias e suscetíveis a inundações, enquanto a expansão urbana compromete espaços verdes essenciais para a adaptação. Políticas de planejamento urbano sustentável devem integrar	O município promove políticas habitacionais e de planejamento urbano que asseguram moradias seguras, infraestrutura adequada e	Kumar <i>et al.</i> , 2016; Mhedhbi <i>et al.</i> , 2022; Grafakos <i>et al.</i> , 2019; Chen & Wang, 2024; Almulhim & Cobbinah, 2024.

Categoria	Descrição	Aplicação	Referência
	soluções que otimizem o uso do solo, reduzam a poluição e o desperdício, e fortaleçam a resiliência das cidades.	preservação de espaços verdes.	
Mobilidade urbana	As redes de transporte desempenham um papel relevante no desenvolvimento sustentável e na adaptação climática, especialmente em áreas costeiras vulneráveis a eventos extremos. As políticas de transporte devem priorizar a resiliência das infraestruturas, assegurando sua funcionalidade diante dos desafios climáticos.	O município possui estratégias de mobilidade urbana conectadas com a adaptação climática.	Nematchoua <i>et al.</i> , 2019; Mari-Dell’Olmo <i>et al.</i> , 2022; Ahmed <i>et al.</i> , 2022; Chu <i>et al.</i> , 2018; Muñoz-Pizza <i>et al.</i> , 2023; Göpfert <i>et al.</i> , 2019.
Recursos hídricos	A escassez de água e a desigualdade social impactam diretamente a habitabilidade urbana. Compreender os efeitos climáticos, como inundações, é relevante para o desenvolvimento de estratégias de adaptação. A segurança hídrica é essencial para a sustentabilidade, especialmente frente a chuvas intensas e falhas nos sistemas de drenagem. Cidades sensíveis à água promovem uma gestão hídrica eficiente, que fortalece a resiliência e a sustentabilidade, mitigando os impactos climáticos.	O município possui estratégias de gestão de recursos hídricos conectadas à adaptação climática.	Van Leeuwen <i>et al.</i> , 2016; Shao <i>et al.</i> , 2024; Liang <i>et al.</i> , 2020; Marino <i>et al.</i> , 2024; Lompi <i>et al.</i> , 2021.
Saneamento básico	A falta de saneamento básico agrava as questões sociais nas cidades, frequentemente associada a ocupações em áreas de risco ou frágeis. Essa carência está vinculada à exploração insustentável dos recursos naturais, ampliando as desigualdades e comprometendo a qualidade de vida das comunidades vulneráveis.	O município implementa políticas e ações de saneamento básico.	Orsi, 2023.
Saúde Pública	O aquecimento global e os eventos climáticos extremos agravam doenças respiratórias, cardiovasculares e endêmicas, além de favorecer a desidratação e a proliferação de pragas. A escassez de recursos de saúde nas cidades potencializa esses riscos. Assim, é fundamental que os governos locais implementem políticas de saúde pública eficazes e estratégias de adaptação para proteger a saúde da população.	O município implementa políticas e ações de saúde pública voltadas para a adaptação climática.	Eliška <i>et al.</i> , 2018; Silva <i>et al.</i> , 2024; Allarané <i>et al.</i> , 2024; Nyashilu <i>et al.</i> , 2023; Liang <i>et al.</i> , 2020; Filho <i>et al.</i> , 2018; Mari-Dell’Olmo <i>et al.</i> , 2022; Mumtaz, 2024; Puntub & Stefan, 2022; Hiscock <i>et al.</i> , 2017.

Categoria	Descrição	Aplicação	Referência
Segurança Alimentar	A agricultura urbana desempenha um papel relevante no combate à insegurança alimentar e na redução da dependência de cadeias de suprimento vulneráveis. No entanto, eventos climáticos extremos elevam os riscos à produção de alimentos, afetando especialmente as comunidades mais vulneráveis. A produção local de alimentos é, portanto, essencial para a adaptação e resiliência das cidades.	O município adota políticas públicas e instrumentos normativos que integram a agricultura urbana às estratégias de gestão climática, com o objetivo de promover a segurança alimentar.	Grafakos <i>et al.</i> , 2019; Ahmed <i>et al.</i> , 2022; Kang, 2023; Truong <i>et al.</i> , 2022.
Vulnerabilidade	As mudanças climáticas, agravadas pelas desigualdades sociais, afetam populações vulneráveis, como pobres, mulheres, minorias raciais, crianças e idosos. Políticas inadequadas aumentam esses impactos, prejudicando saúde e qualidade de vida, especialmente nas áreas urbanas. A adaptação urbana deve abordar vulnerabilidades específicas, como inundações e aumento das temperaturas. A falta de acesso a serviços essenciais e renda amplifica a vulnerabilidade, tornando fundamental que as políticas públicas integrem desigualdades sociais e climáticas, promovendo soluções equitativas e fortalecendo a resiliência das populações vulneráveis.	O município implementa intervenções específicas para a redução das vulnerabilidades e riscos associados aos impactos climáticos.	Hughes, 2020; Mari-Dell'Olmo <i>et al.</i> , 2022; Göpfert <i>et al.</i> , 2019; Irwin, 2024; Filho <i>et al.</i> , 2018; Imani <i>et al.</i> , 2022; Laino <i>et al.</i> , 2024; Xu <i>et al.</i> , 2023; Marzouk <i>et al.</i> , 2021; Avashia & Garg, 2020; Eliška <i>et al.</i> , 2018; Truong <i>et al.</i> , 2022; Fernández-Nóvoa <i>et al.</i> , 2022; Hiscock <i>et al.</i> , 2017; Irwin, 2024.

Fonte: Elaborado pela autora.

No próximo capítulo, será apresentada a conclusão do estudo, com um resumo dos principais achados e uma análise das implicações das práticas de adaptação climática no planejamento urbano do Recife.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados e a discussão dos achados do estudo de caso do Recife, analisando e interpretando os dados coletados. A partir da investigação detalhada do contexto urbano do Recife, os resultados são discutidos à luz das questões levantadas ao longo da pesquisa, proporcionando uma compreensão de como as práticas de adaptação climática são implementadas no município. A análise busca destacar as particularidades locais, os desafios enfrentados e os avanços alcançados, contextualizando os achados dentro da matriz de análise.

3.6 5.1 DESAFIOS E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CIDADE DO RECIFE

Recife possui uma população estimada de 1.488.920 habitantes, conforme o Censo de 2022, distribuída em um território de 218,843 km². Essa área apresenta uma alta densidade demográfica, com 6.803,60 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2021).

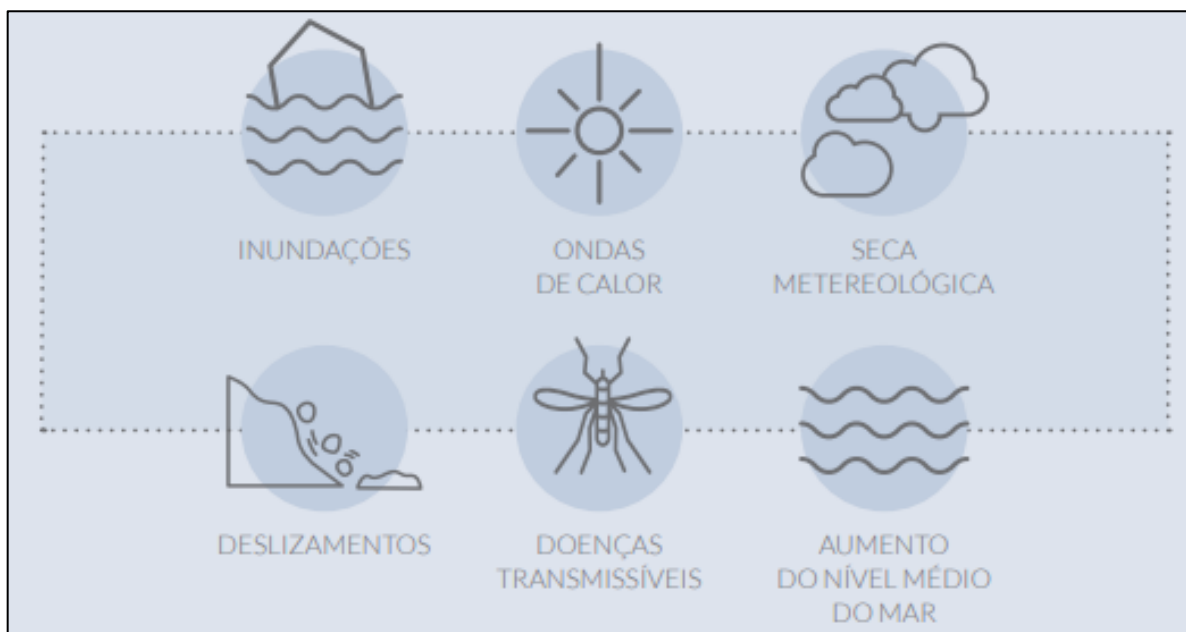
Geograficamente, a cidade encontra-se a uma altitude média de 2,5 a 5 metros acima do nível do mar. Essa baixa topografia, combinada com a proximidade do lençol freático, aumenta a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como enchentes e alagamentos. O problema é agravado por um histórico de ocupação urbana desordenada, que incluiu a canalização de rios, aterramento de áreas alagadas e a supressão de vegetação nativa, resultando em maior impermeabilização do solo e intensificação dos riscos ambientais (IBGE, 2021).

Do ponto de vista climático, Recife apresenta um clima tropical úmido, com temperatura média mensal superior a 18 °C e índice pluviométrico anual superior a 2.000 mm, concentrando-se entre os meses de abril e julho. Essas condições, associadas às características da ocupação urbana, reforçam os desafios relacionados à adaptação climática, demandando ações eficazes de drenagem e planejamento resiliente (INPE, 2020).

O relatório Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Recife (Recife, 2019) avaliou as ameaças climáticas que afetam a cidade (Figura 18). O estudo identifica seis riscos críticos que impactam o município: inundações, deslizamentos, doenças transmissíveis, ondas de calor, seca meteorológica e elevação do nível médio do mar.

Figura 18

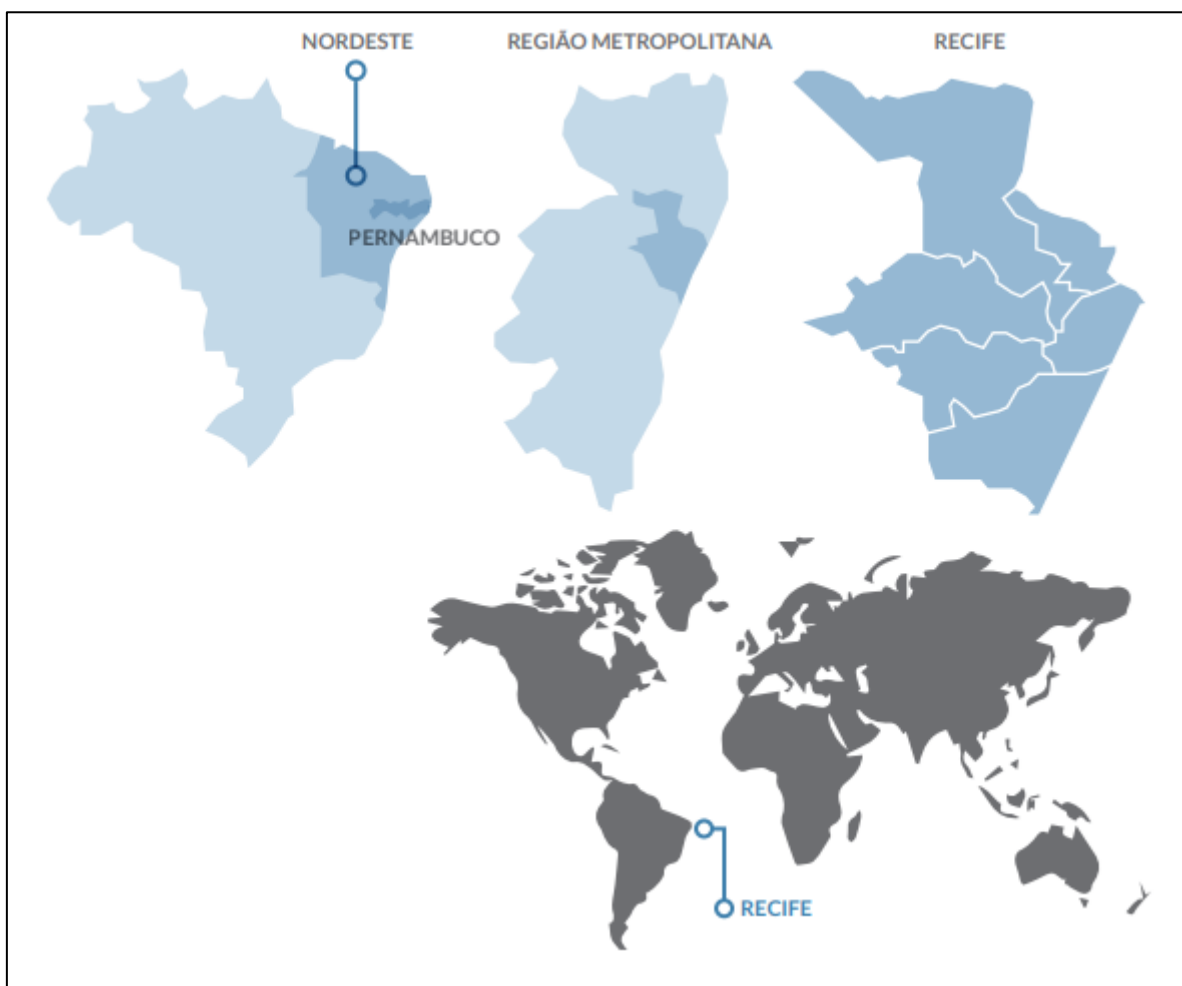
Riscos Críticos para a Cidade do Recife por ameaça.



Adaptado de Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Recife (2019).

Em 2007, Recife foi classificada como a 16ª cidade mais vulnerável às mudanças climáticas do planeta, segundo o IPCC (2014). Esse dado ressalta a urgência de políticas integradas que priorizem a mitigação de riscos e a construção de resiliência urbana, considerando os desafios sociais, ambientais e econômicos enfrentados pela cidade.

A figura 20 ilustra a localização geográfica do Recife em diferentes contextos territoriais. O primeiro mapa mostra a posição do município no estado de Pernambuco, destacando sua inserção na Região Nordeste do Brasil. O segundo mapa apresenta a área do Recife dentro da Região Metropolitana, evidenciando os limites municipais e sua conexão com cidades vizinhas. Por fim, o mapa-múndi localiza Recife no globo, sublinhando sua relevância como capital estadual e seu papel estratégico em termos de conectividade global e regional. Essa disposição reforça a compreensão da cidade enquanto espaço geográfico, sociopolítico e ambiental dinâmico.

Figura 20*Localização geográfica do Recife.*

Adaptado de Recife (2020).

3.7 5.2 POLÍTICAS PÚBLICAS

Esta subseção apresenta os resultados das políticas públicas identificadas no contexto do Recife, destacando as principais iniciativas e marcos que têm contribuído para a construção de uma cidade mais resiliente e sustentável. A figura 19 ilustra a linha do tempo dessas políticas, que refletem o compromisso contínuo da cidade com a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Ao longo dos anos, Recife tem integrado estratégias de desenvolvimento sustentável, realizado análises de riscos climáticos e implementado ações voltadas para a resiliência urbana.

Figura 19

Linha do tempo das políticas públicas climáticas do Recife.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao longo do século XX, o crescimento urbano do Recife foi marcado por uma sequência de planos, leis e decretos, iniciada em 1919 e revisada periodicamente, culminando no Plano Diretor de 2008. Contudo, essas iniciativas de planejamento frequentemente negligenciaram

uma abordagem integrada às questões sociais e ambientais, permitindo uma urbanização desorganizada. Esse cenário resultou em sérios desafios urbanos, como a precariedade da infraestrutura e a insuficiência na resposta às demandas sociais da população (Melo *et. al.*, 2021).

Em 2013, Recife foi selecionada como cidade-modelo para o projeto *Urban-Leans I*. Para fortalecer a articulação entre o poder público municipal e as representações da sociedade civil organizada, foram criados, no mesmo ano, o Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (COMCLIMA) e o Grupo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA). Essas iniciativas visam promover o diálogo e a cooperação sobre ações relacionadas à sustentabilidade e ao enfrentamento das mudanças climáticas na cidade do Recife (ICLEI, 2013).

Em 2014, Recife instituiu a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento das Mudanças Climáticas, que estabelece instrumentos para a implementação de ações sustentáveis e de mitigação dos efeitos do aquecimento global no município. Entre as diretrizes dessa política, destacam-se o aumento da permeabilidade do solo e o combate à formação de ilhas de calor, resultantes da urbanização, por meio de medidas como a arborização. A legislação também incentiva construções sustentáveis por meio do Programa de Premiação e Certificação em Sustentabilidade Ambiental e exige que empreendimentos de grande impacto ambiental realizem o inventário dos gases de efeito estufa emitidos (Recife, 2014).

Em 2015, Recife formalizou sua associação ao ICLEI, reafirmando seu compromisso com as questões climáticas e ambientais (ICLEI, 2015).

Em 2016, foi elaborado o Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono, com o objetivo de direcionar as políticas municipais para a redução de emissões de gases de efeito estufa e para o desenvolvimento sustentável (Recife, 2016).

Em 2017, foi realizado o Projeto Pegada de Cidades, que consistiu no inventário das emissões de gases de efeito estufa (referentes ao período de 2012-2015) e na avaliação da Pegada Hídrica de 2015, como parte das estratégias de sustentabilidade e mitigação climática (Recife, 2017).

Em 2019, foram desenvolvidas a Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e a Estratégia de Adaptação do Município do Recife, visando identificar os principais riscos climáticos enfrentados pela cidade e estabelecer medidas de adaptação (Recife, 2019). No mesmo ano, a cidade reconheceu a emergência climática global, destacando a necessidade urgente de ação. Também foi entregue a primeira versão do Plano Recife 500 Anos, uma iniciativa da Prefeitura para planejar o futuro da cidade a longo prazo. O plano visa construir

uma cidade mais resiliente, sustentável e inclusiva, levando em consideração os desafios urbanos, sociais, ambientais e econômicos (Recife, 2019).

Em 2020, foi desenvolvido o Plano Local de Ação Climática do Recife, com estratégias específicas para mitigar os impactos das mudanças climáticas no município (ICLEI, 2020).

Em 2021, o Recife passou por duas atualizações importantes. A primeira foi a revisão do Plano Diretor, que estabelece as diretrizes para o desenvolvimento urbano da cidade, com ênfase em sustentabilidade e resiliência. Também foi sancionada a Política Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS), visando garantir moradia digna para a população de baixa renda, e o Plano Municipal de Mobilidade Urbana, que estabelece metas para melhorar o transporte e a mobilidade no município, integrando as questões de acessibilidade e sustentabilidade (Recife, 2021).

Em 2022, foi entregue a segunda versão do Plano Recife 500 Anos, alinhada às novas dinâmicas e desafios da cidade, e com uma base consolidada de saberes sobre o contexto urbano e a participação popular (Recife, 2022).

Na próxima subseção, será aplicada a matriz de análise de adaptação (Subseção 4.3), construída com base nos instrumentos encontrados ao longo da pesquisa, que representam cada categoria identificada.

3.8 5.3 CATEGORIAS DA MATRIZ DE ANÁLISE

Esta subseção apresenta os resultados da aplicação da matriz de adaptação climática (Subseção 4.3), discutindo os achados com base nas contribuições dos autores da RSL para cada categoria identificada (Subseção 4.2). Ao comparar os resultados com os pressupostos teóricos da revisão sistemática da literatura, será possível identificar as principais forças e desafios das iniciativas existentes.

5.3.1 Assentamentos informais

O Plano Diretor do Município do Recife propõe a integração de estratégias de regularização fundiária e o fortalecimento da infraestrutura nas áreas mais vulneráveis, por meio das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Essas ZEIS têm como objetivo melhorar as condições habitacionais e garantir a posse da terra, criando uma base sólida para o

desenvolvimento sustentável dessas áreas. Além disso, buscam reforçar a infraestrutura básica e proporcionar maior proteção às populações em situação de risco (Recife, 2021).

As ZEIS incluem medidas específicas para enfrentar os impactos adversos de desastres naturais, particularmente em áreas suscetíveis a alagamentos e deslizamentos de terra. Estratégias como infraestrutura verde, renaturalização de margens e controle do uso do solo refletem abordagens essenciais para promover cidades mais resilientes (Marino *et al.*, 2024). Essas ações buscam não apenas controlar a expansão urbana sobre áreas ambientalmente frágeis, mas também fomentar a requalificação ambiental de áreas previamente ocupadas, por meio da remoção e relocação de populações em situação de risco para habitações seguras.

A alta vulnerabilidade dos assentamentos informais está intrinsecamente ligada à falta de infraestrutura básica e ao risco constante de desastres naturais. Marino *et al.* (2024) sublinham que enchentes e deslizamentos são agravados pela ocupação desordenada e pela ausência de sistemas de drenagem adequados. O Plano Diretor busca responder a esses desafios, propondo a ampliação de sistemas de drenagem e esgoto, além de promover programas de gestão de resíduos (Recife, 2021). Essas medidas são fundamentais para integrar os assentamentos à malha urbana formal, alinhando-se às recomendações de Simon *et al.* (2021), que enfatizam a importância de combinar ações de infraestrutura com iniciativas socioeconômicas para alcançar maior eficácia nas políticas de adaptação.

Outro aspecto relevante é a promoção de ações educativas, como programas voltados para informar as populações sobre os riscos associados à ocupação irregular (Recife, 2021). Essas iniciativas, junto ao mapeamento de áreas de risco e ao monitoramento contínuo de eventos naturais adversos, são estratégias que seguem as práticas recomendadas para a prevenção de desastres em áreas de ocupação informal (Mhedhbi *et al.*, 2022). Contudo, os autores alertam que a efetividade dessas políticas depende de sua capacidade de superar limitações estruturais e socioeconômicas profundamente enraizadas.

Adu-Boateng (2015) e Liang *et al.* (2020) destacam a necessidade de estratégias que promovam a integração dos assentamentos informais ao contexto urbano mais amplo, assegurando infraestrutura adequada, mitigação de riscos e resiliência das comunidades. Nesse sentido, a Política Municipal de Habitação de Interesse Social (PMHIS) tem como princípio fundamental a abordagem desses assentamentos, reconhecendo-os como um desafio central para a urbanização (Recife, 2021). Essa abordagem está alinhada com as perspectivas de Simon *et al.* (2021), que argumentam que os assentamentos informais não devem ser vistos apenas como áreas periféricas, mas como territórios centrais que exigem atenção especial no

planejamento urbano, incluindo a implementação de medidas de adaptação às mudanças climáticas.

A ausência de implementação efetiva de planos como o de drenagem urbana, elaborado em 2016, aponta para um desalinhamento entre o planejamento e a execução, possivelmente agravado por fatores como falta de articulação intersetorial.

5.3.2 Drenagem Urbana

Marino *et al.* (2024) abordam o agravamento das inundações, atribuindo-o às falhas estruturais nos sistemas de drenagem e ao aumento dos fenômenos climáticos extremos. Nesse contexto, o Plano Diretor do Município do Recife destaca a importância de sistemas adequados de escoamento e infraestrutura para águas pluviais, propondo a integração da drenagem urbana com a política de saneamento ambiental. Essa integração inclui serviços essenciais como abastecimento de água, esgoto e gestão de resíduos sólidos, com o objetivo de mitigar alagamentos, fortalecer a resiliência urbana e adotar o Plano Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais como referência para as ações e a gestão do sistema (Recife, 2021). No entanto, atualmente, Recife ainda não implementou esse Plano. Embora um Plano de Drenagem tenha sido elaborado em 2016, com diagnósticos e sugestões para melhorar o sistema de drenagem na cidade, ele ainda carece de aprovação legislativa efetiva e de implementação abrangente (Câmara Municipal do Recife, 2024).

Dentro da Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Recife, a drenagem urbana é contemplada como uma das áreas prioritárias para enfrentar os desafios climáticos e ambientais. A política reconhece a adoção de instrumentos e medidas para minimizar o escoamento superficial das águas pluviais, com ênfase na ampliação da permeabilidade do solo e na retenção das águas nas áreas de origem (Recife, 2014).

Tapia *et al.* (2017) discutem a capacidade dos sistemas de drenagem diante de fenômenos climáticos extremos e a necessidade de adaptação às mudanças climáticas. Em alinhamento com essas questões, a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Recife destaca a drenagem urbana como uma das áreas prioritárias para lidar com os desafios climáticos e ambientais. A política reconhece a importância da adoção de instrumentos e medidas que minimizem o escoamento superficial das águas pluviais, com foco na ampliação da permeabilidade do solo e na retenção das águas nas áreas de origem (Recife, 2014).

A Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e a Estratégia de Adaptação do Município do Recife propõem, entre as medidas de adaptação, a requalificação das infraestruturas de macro e microdrenagem para reduzir a ocorrência de inundações, deslizamentos e proliferação de vetores de doenças. Além disso, recomendam o monitoramento e a redução da disposição de resíduos em áreas de encostas e planícies suscetíveis a inundações, visando minimizar os riscos ambientais e de saúde pública associados (Recife, 2019). Essas ações são um aspecto fundamental para enfrentar os desafios climáticos e garantir a resiliência das cidades a longo prazo (Van Leeuwen, Koop, & Sjerps, 2016).

Esses resultados destacam a importância da drenagem urbana no enfrentamento dos desafios climáticos e ambientais no Recife, evidenciando tanto avanços quanto lacunas. Embora o Plano Diretor e a Política de Sustentabilidade reconheçam a relevância de estratégias como a ampliação da permeabilidade do solo, a retenção das águas pluviais nas áreas de origem e a requalificação das infraestruturas de drenagem, a implementação dessas medidas ainda enfrenta obstáculos. A falta de aprovação e execução do Plano Municipal de Drenagem, elaborado desde 2016, sublinha a necessidade de uma maior articulação legislativa e administrativa para transformar as diretrizes em ações concretas.

5.3.3 Financiamento

Estratégias de financiamento inovadoras e integradas são essenciais para fortalecer a resiliência urbana e implementar soluções adaptativas diante dos desafios climáticos (Desthieux & Joerin, 2022). Nesse sentido, a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Recife destaca a promoção da cooperação com diversas esferas de governo, organizações internacionais, multilaterais, ONGs, empresas e instituições de ensino e pesquisa. A proposta visa garantir os recursos financeiros necessários para implementar ações tanto de mitigação quanto de adaptação climática, essencial para o desenvolvimento sustentável da cidade (Recife, 2014).

O Plano Diretor do Recife, em consonância com essas diretrizes, também propõe a cooperação com órgãos e entidades diversas, como governos federais, estaduais, internacionais, ONGs e empresas. O foco é direcionado para o financiamento de ações de mitigação e adaptação, destacando áreas essenciais como pesquisa, tecnologia e controle climático. Essa abordagem reflete a necessidade de articular recursos financeiros para enfrentar os impactos

das mudanças climáticas, promovendo a sustentabilidade e resiliência das cidades (Recife, 2021).

Sob essa perspectiva, estratégias de financiamento inovadoras e integradas são cruciais para fortalecer a resiliência urbana do Recife e implementar soluções eficazes para os desafios climáticos. A eficácia dessa cooperação depende da capacidade de integrar esses recursos financeiros em um plano coeso, que traduza diretrizes em ações concretas a longo prazo. Assim, para garantir o desenvolvimento sustentável da cidade, é fundamental que Recife invista em modelos de financiamento colaborativo e sustentável, alinhados às necessidades de adaptação climática e resiliência urbana.

5.3.4 Gestão de Recursos Naturais

A Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Recife reforça a necessidade de um uso racional dos recursos naturais, visando a melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas e um ambiente mais resiliente frente às mudanças climáticas (Recife, 2014). Este enfoque está em consonância com a ideia de que é necessário equilibrar o desenvolvimento humano com a preservação ambiental, como destacado por Orsi (2023), que defende a integração de ações que incluem a proteção de ecossistemas vulneráveis e o uso consciente dos recursos naturais.

O Plano Diretor do Recife reflete esse alinhamento ao estabelecer diretrizes claras para a promoção, conservação e recuperação do patrimônio natural, focando na gestão dos ecossistemas urbanos, áreas verdes e recursos hídricos. Uma das principais prioridades é a proteção de áreas sensíveis e o manejo sustentável dos recursos naturais, com destaque para as estratégias de infraestrutura verde e azul, especialmente nas margens inundáveis e áreas costeiras. A conservação dos recifes costeiros e seus ecossistemas associados também é uma prioridade, devido à sua importância ambiental e aos serviços ecossistêmicos que oferecem à cidade (Recife, 2021). Este enfoque é respaldado por Ahmed *et al.* (2022), que identificam a gestão de áreas costeiras e úmidas como medidas essenciais de adaptação, fundamentais tanto para a contenção de enchentes quanto para a preservação da biodiversidade.

Os resultados destacam a consonância entre as estratégias, Política de Sustentabilidade e o Plano Diretor, ambos voltados para o uso sustentável dos recursos naturais e a adaptação às mudanças climáticas.

5.3.5 Governança

A governança da política de sustentabilidade e enfrentamento das mudanças climáticas no Recife é consolidada por sua parceria com o ICLEI desde 2015, permitindo o acesso a práticas, conhecimentos e ferramentas globais que são essenciais para implementar estratégias de adaptação e mitigação. A cooperação com o ICLEI facilita o intercâmbio de experiências e fornece apoio técnico, fortalecendo tanto a governança climática quanto a resiliência urbana da cidade (ICLEI, 2015). Além disso, a criação do Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (COMCLIMA) e do Grupo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA) em 2013 foi um marco na estruturação dessa governança, com a cooperação entre diferentes esferas do governo e organizações não governamentais como pilar fundamental na execução de políticas climáticas (Recife, 2013).

Em 2019, o Recife declarou oficialmente sua emergência climática global, reforçando o compromisso com a transição para um futuro de baixo carbono, alinhando-se às diretrizes globais de mitigação. O Plano Diretor do Recife 2021 reitera essa abordagem integrada, promovendo a participação da sociedade civil por meio de gestão compartilhada e controle social, garantindo também a transparência nas ações governamentais (Recife, 2021), alinhado a Chitsa *et al.* (2022) e Serra *et al.* (2022) defendem que a colaboração entre governos locais e cidadãos é essencial para o desenvolvimento de leis e estratégias climáticas eficazes, refletindo as necessidades específicas das populações afetadas.

Esses esforços estão alinhados à Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas, que enfatiza a cooperação entre diversos atores, incluindo governos, ONGs, empresas e instituições, para viabilizar o financiamento e a implementação de ações de mitigação e adaptação, com um foco especial em pesquisa, monitoramento e avaliação contínuos das políticas públicas (Recife, 2014). A integração entre os diferentes níveis de governo e setores da sociedade é relevante para a eficácia e sustentabilidade das iniciativas climáticas.

Recife tem avançado na governança da sustentabilidade e no enfrentamento das mudanças climáticas, com destaque para a parceria com o ICLEI desde 2015. A criação do COMCLIMA e GECLIMA em 2013 fortaleceu a colaboração entre governo e ONGs. A declaração de emergência climática em 2019 e a inclusão da sociedade civil no Plano Diretor de 2021 reforçam o compromisso com a transição para um futuro de baixo carbono. A Política de Sustentabilidade de 2014 destaca a importância da colaboração para financiar e implementar

ações climáticas. Dessa forma, fortalecer essas parcerias e manter uma gestão participativa são essenciais para garantir a eficácia e sustentabilidade das ações no Recife.

5.3.6 Infraestrutura Urbana

A Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas prevê a construção de uma infraestrutura urbana resiliente aos efeitos das mudanças climáticas, garantindo que as dimensões institucional, social, ambiental e de infraestrutura estejam interconectadas. Ela também estabelece o planejamento, conservação e controle equilibrado da infraestrutura urbana, visando otimizar os investimentos e adotar princípios de desenvolvimento sustentável de baixo carbono, promovendo uma cidade compacta e resiliente (Recife, 2014).

O Plano Local de Ação Climática do Recife propõe a requalificação urbana em áreas de risco climático como uma medida de infraestrutura urbana. A ação visa melhorar as condições dessas áreas, minimizando os impactos de desastres naturais, como inundações e deslizamentos, e promovendo a resiliência urbana frente às mudanças climáticas (ICLEI, 2020).

O Plano Diretor do Recife estabelece diretrizes fundamentais para assegurar o direito à cidade sustentável, considerando as dimensões urbana, ambiental, econômica e social. Ele prioriza a universalização do acesso à moradia digna, com infraestrutura urbana adequada, incluindo saneamento, mobilidade sustentável, serviços públicos e acessibilidade. O plano também promove a conservação ambiental, a ampliação e valorização da infraestrutura ecológica e a distribuição equitativa de recursos ambientais e urbanos. Além disso, enfatiza a regulação do uso e ocupação do solo para compatibilizar o adensamento populacional com a capacidade da infraestrutura instalada e planejada, buscando integrar políticas de regularização fundiária para garantir acesso seguro à terra urbanizada. Essas diretrizes são complementadas por estratégias de ordenamento urbano e incentivo à sustentabilidade, com foco na inclusão socioterritorial e na redução do déficit habitacional (Recife, 2021).

A PMHIS reflete esse compromisso com a infraestrutura e a qualidade de vida, promovendo ações e programas habitacionais que contemplem a construção de moradias em áreas com infraestrutura já disponível e que assegurem condições adequadas de habitação. A integração de áreas verdes e a prevenção de ocupações irregulares em áreas de risco são estratégias essenciais dessa política (Recife, 2021).

A partir dessa situação, Recife tem avançado na construção de uma infraestrutura urbana resiliente e sustentável. A Política de Sustentabilidade e o Plano Local de Ação Climática enfocam a requalificação de áreas de risco e a adaptação às mudanças climáticas. O Plano Diretor do Recife prioriza a moradia digna, a preservação ambiental e a integração da infraestrutura ecológica. A Política Municipal de Habitação (PMHIS) complementa essas iniciativas, promovendo moradia em áreas já infraestruturadas e prevenindo ocupações em áreas de risco, garantindo, assim, um desenvolvimento urbano mais sustentável e inclusivo.

5.3.7 Mobilidade urbana

A promoção de políticas que incentivem formas sustentáveis e ativas de mobilidade é essencial para reduzir as emissões e mitigar os impactos da poluição atmosférica (Nematchoua *et al.*, 2019; Marí-Dell’Olmo *et al.*, 2022). Nesse contexto, a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Recife destaca a importância de melhorar as condições de mobilidade urbana como uma estratégia central para o desenvolvimento sustentável. O objetivo é otimizar o sistema de transporte, priorizando deslocamentos não motorizados e o transporte público, promovendo a redução das emissões e uma melhor qualidade de vida para os habitantes (Recife, 2014).

O Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono reforça esse enfoque ao priorizar a mobilidade coletiva e ativa, como caminhada e ciclismo, ao mesmo tempo em que busca racionalizar o uso do transporte individual, melhorando a gestão do trânsito (Recife, 2016). Por sua vez, o Plano Local de Ação Climática do Recife complementa essas iniciativas ao incorporar ações que incentivam o uso de combustíveis renováveis no setor de transporte e prevê a compensação das emissões de gases de efeito estufa até 2050 (ICLEI, 2020).

Ademais, o Plano Diretor do Recife integra diretrizes específicas que priorizam a mobilidade urbana sustentável, com o objetivo de melhorar a acessibilidade e otimizar o uso do espaço público. Entre as ações destacadas estão a infraestrutura de calçadas, a ampliação da rede cicloviária e a promoção do transporte coletivo, com vistas a criar uma cidade mais conectada e resiliente frente aos desafios climáticos (Recife, 2021). A mobilidade urbana integrada e sustentável, nesse sentido, contribui de forma significativa para a adaptação climática, promovendo o equilíbrio entre acessibilidade, sustentabilidade e resiliência urbana (Göpfert, Wamsler, & Lang, 2019).

O Plano de Mobilidade Urbana do Recife busca reduzir o uso de automóveis, ampliando a infraestrutura para pedestres e ciclistas e modernizando o transporte público. A proposta também inclui a integração de diferentes modos de transporte, promovendo a inclusão social e garantindo uma mobilidade adaptada aos desafios ambientais da cidade (Recife, 2021).

As políticas de mobilidade urbana do Recife destacam um compromisso com a redução das emissões de gases poluentes. A Política de Sustentabilidade e o Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono priorizam a mobilidade não motorizada e o transporte público, enquanto o Plano Local de Ação Climática incentiva o uso de combustíveis renováveis e a compensação de emissões. O Plano Diretor e o Plano Municipal de Mobilidade Urbana reforçam a melhoria da infraestrutura para pedestres e ciclistas e a modernização do transporte coletivo.

5.3.8 Recursos hídricos

A desigualdade social, caracterizada pela falta de acesso adequado à água, compromete diretamente a saúde e o bem-estar da população (Shao *et al.*, 2024; Liang *et al.*, 2020). Nesse contexto, o Projeto Pegada de Cidades - Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa e Pegada Hídrica do Recife emerge como uma iniciativa relevante para avaliar o uso de recursos naturais na cidade (Recife, 2017). Focado na pegada hídrica, o projeto mede o volume de água consumido em diversas atividades, desde a produção de bens e serviços até o consumo doméstico. O objetivo é identificar áreas com alta demanda por água e promover estratégias para a gestão eficiente e sustentável desse recurso, como a redução do consumo, a busca por fontes alternativas de abastecimento e a implementação de soluções para o manejo adequado das águas pluviais e a proteção dos corpos hídricos urbanos.

O Plano Local de Ação Climática do Recife reforça a importância de uma gestão integrada dos recursos hídricos, propondo ações para reduzir os riscos e garantir a segurança hídrica da cidade. Essa abordagem visa otimizar o uso da água, proteger os recursos hídricos e fortalecer a resiliência urbana frente aos desafios climáticos, que tendem a agravar ainda mais a disponibilidade de água (ICLEI, 2020).

Por sua vez, o Plano Diretor do Recife apresenta diretrizes detalhadas para o manejo das águas pluviais, incluindo a universalização dos serviços de drenagem e o uso das bacias hidrográficas como unidades de planejamento. A qualificação dos cursos d'água e suas margens, bem como o reconhecimento de lotes particulares como parte do sistema de drenagem, são medidas adicionais para aprimorar a gestão hídrica urbana. No entanto, embora as diretrizes

sejam essenciais, o plano de drenagem municipal ainda não foi implementado, o que pode comprometer a eficácia dessas iniciativas no curto prazo (Recife, 2021).

Recife tem dado passos importantes na gestão dos recursos hídricos, com iniciativas como o Projeto Pegada de Cidades e o Plano Local de Ação Climática, que buscam promover o uso eficiente da água e garantir a segurança hídrica da cidade. O Plano Diretor, ao apresentar diretrizes para o manejo das águas pluviais e a qualificação dos cursos d'água, reforça a necessidade de uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos. No entanto, a implementação do plano de drenagem municipal, ainda pendente, é fundamental para assegurar a eficácia dessas políticas, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e a crescente demanda por água.

5.3.9 Saneamento básico

O Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono destaca a organização sustentável das etapas de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos, assegurando a participação ativa da cidade no programa metropolitano de esgotamento sanitário. A proposta busca ampliar o atendimento ao saneamento básico, melhorando as condições de saúde e qualidade de vida da população, enquanto minimiza as emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas ao tratamento de efluentes (Recife, 2016).

Recife adotou, em 2015, uma Política Municipal de Saneamento Básico (Recife, 2015), que estabeleceu a criação do sistema municipal de saneamento e delineou os elementos necessários para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico PMSB, formalizado em 2017. O Plano Diretor do Recife apresenta diretrizes para aprimorar o saneamento básico com foco na integração de sistemas urbanos. Entre as propostas estão a interação entre elementos naturais, como rios e áreas verdes, e os serviços de saneamento, além do estímulo ao adensamento populacional nas proximidades de infraestruturas já existentes. O plano também prevê o acompanhamento contínuo das obras e a integração do saneamento com políticas públicas relacionadas à habitação e gestão do uso do solo, garantindo o desenvolvimento sustentável da cidade (Recife, 2021).

A ausência de saneamento básico, especialmente em áreas urbanas vulneráveis, configura um desafio crítico para a adaptação climática (Orsi, 2023). Nesse contexto, o Plano Local de Ação Climática do Recife propõe ações voltadas à expansão e melhoria dos serviços de esgotamento sanitário, com destaque para a universalização do acesso. Também aborda o

aumento da coleta, reciclagem e reuso de resíduos sólidos, com foco na redução do descarte incorreto em áreas sensíveis. Por fim, incentiva a implementação de tecnologias para mitigar as emissões de GEE no tratamento e disposição de resíduos (ICLEI, 2020).

Além disso, o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife estabelece estratégias para promover a reciclagem, o reaproveitamento e a destinação adequada de resíduos, alinhando-se aos princípios de sustentabilidade e redução de impactos ambientais. A iniciativa inclui o estímulo a práticas de economia circular, como compostagem e reutilização, buscando reduzir a pressão sobre aterros sanitários e minimizar a geração de resíduos na fonte (Recife, 2022).

As ações propostas, como a ampliação da coleta, tratamento e destinação de resíduos, a expansão do esgotamento sanitário e a implementação de práticas de reciclagem e reaproveitamento, buscam não apenas promover a saúde pública e a qualidade de vida, mas também contribuir para a adaptação climática e a redução das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, para que essas ações sejam efetivas, é necessário um acompanhamento contínuo das obras e investimentos adequados em infraestrutura, além de uma participação ativa da sociedade no processo.

5.3.10 Saúde Pública

A implementação de políticas robustas que promovam cidades resilientes, infraestrutura de saúde adequada e estratégias adaptativas é imprescindível para mitigar os efeitos das mudanças climáticas na saúde das populações urbanas (Mumtaz, 2024; Puntub & Stefan, 2022; Hiscock, *et al.*, 2017). O Plano Diretor contempla medidas voltadas para a prevenção de doenças associadas à poluição do ar, da água e do solo, além de promover a melhoria da qualidade de vida. A vigilância sanitária, o controle de vetores, o acesso a serviços de saúde e a integração de políticas públicas de promoção da saúde com a proteção ambiental são elementos essenciais para garantir uma cidade saudável (Recife, 2021).

O Plano Local de Ação Climática do Recife define medidas para enfrentar os desafios climáticos com foco na justiça climática e soluções baseadas na natureza, buscando garantir a inclusão social e neutralizar as emissões de carbono até 2050. Entre as estratégias, destacam-se ações para aprimorar as condições sanitárias e combater doenças relacionadas às mudanças climáticas, como aquelas transmitidas por vetores, exacerbadas pela degradação ambiental e pelas ondas de calor (ICLEI, 2020).

A Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e a Estratégia de Adaptação do Município do Recife mapeou as áreas de maior risco na cidade e priorizou ações para reduzir a exposição da população a desastres naturais e ondas de calor, que afetam especialmente as comunidades vulneráveis. Entre as medidas propostas, está o fortalecimento da saúde pública para lidar com o aumento de doenças associadas às condições climáticas extremas (Recife, 2019).

Essas políticas adotadas no Recife, para enfrentar os impactos das mudanças climáticas na saúde pública, demonstram um compromisso com a criação de uma cidade mais resiliente e justa. O Plano Diretor, o Plano Local de Ação Climática e a Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas destacam a importância da integração entre a saúde pública, o meio ambiente e as estratégias de adaptação climática. As ações propostas, como o aprimoramento da infraestrutura sanitária, o combate a doenças transmitidas por vetores e a mitigação dos efeitos das ondas de calor, são fundamentais para proteger as populações mais vulneráveis. No entanto, a continuidade e a ampliação dessas medidas são essenciais para garantir uma cidade saudável e capaz de enfrentar os desafios climáticos de forma equitativa e sustentável.

5.3.11 Segurança Alimentar

A agricultura urbana e periurbana, quando integrada ao planejamento urbano, oferece benefícios significativos, como o fortalecimento da segurança alimentar, a mitigação de impactos climáticos e a promoção de soluções tecnológicas inovadoras (Truong *et al.*, 2022). Nesse contexto, o Plano de Agroecologia Urbana do Recife, estabelece diretrizes importantes para incentivar práticas sustentáveis e agroecológicas no ambiente urbano (Recife, 2021).

Entre os objetivos do plano estão a criação de hortas comunitárias, pomares e hortas fitoterápicas, além de fomentar parcerias para projetos agroecológicos. Uma das iniciativas de destaque é a coleta de resíduos orgânicos e a compostagem em escolas municipais, que visam promover tanto a segurança alimentar quanto a sustentabilidade urbana (Recife, 2021).

Um aspecto relevante é a minuta da Política Municipal de Fomento à Agricultura Urbana de Base Agroecológica. Apesar de sua importância para consolidar essas práticas, a regulamentação ainda não ocorreu (Prefeitura do Recife, 2021).

A integração da agricultura urbana e periurbana no planejamento do Recife, por meio de iniciativas como o Plano de Agroecologia Urbana, demonstra um avanço para promover a

segurança alimentar e mitigar impactos climáticos, além de estimular práticas sustentáveis e inovadoras. No entanto, a efetiva regulamentação da Política Municipal de Fomento à Agricultura Urbana de Base Agroecológica é um passo relevante para consolidar essas iniciativas e garantir a continuidade e expansão dessas práticas. A implementação plena dessas ações é fundamental para fortalecer a resiliência urbana e promover uma cidade mais sustentável e autossuficiente.

5.3.12 Vulnerabilidade

As desigualdades são agravadas quando políticas climáticas não consideram as necessidades específicas de grupos vulneráveis, comprometendo diretamente sua saúde, segurança e qualidade de vida (Irwin, 2024). Nesse sentido, a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Recife desempenha um papel relevante ao incentivar a produção de conhecimento sobre as vulnerabilidades climáticas da cidade. Por meio dessa política, busca-se identificar as áreas e populações mais expostas aos impactos climáticos e implementar medidas de adaptação que minimizem riscos, garantindo a proteção de comunidades e infraestrutura urbana (Recife, 2014).

O Plano Diretor do Recife incorpora a questão da vulnerabilidade ao abordar a exposição da população a desastres naturais, como alagamentos e deslizamentos de terra. Ele propõe medidas para promover habitação segura, melhorar a infraestrutura e fortalecer a capacidade de adaptação, com foco na inclusão social e na participação comunitária no processo de tomada de decisão (Recife, 2021).

Já a Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Recife enfatiza a relação entre vulnerabilidade e fatores como localização em áreas de risco (encostas e baixadas), infraestrutura inadequada e a exposição a desastres naturais. Este estudo orienta políticas para mitigação desses riscos e aumento da resiliência urbana (Recife, 2019).

O Plano Local de Ação Climática do Recife incluiu a meta de elaborar Planos Setoriais de Adaptação até 2022 (ICLEI, 2020). Contudo, embora tenha havido progresso, a execução ainda se encontra em fase piloto (Recife 500 Anos, 2022).

A Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas visa adaptar a cidade, protegendo comunidades expostas aos impactos climáticos. O Plano Diretor e a Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas abordam medidas para enfrentar desastres naturais e promover habitação segura, com ênfase na inclusão social. Embora o Plano Local de

Ação Climática tenha avançado com metas de adaptação, a execução ainda está em fase inicial, exigindo maior aceleração para proteger as populações vulneráveis.

5.4 MATRIZ DE ANÁLISE

Apresentados os resultados por categoria, a Figura 19 sintetiza a matriz de análise para a adaptação climática no Recife, oferecendo uma visão abrangente e integrada das políticas públicas. Essa consolidação permite uma avaliação das estratégias e medidas adotadas.

Figura 19

Aplicação da matriz de análise de adaptação climática no Recife.

Categoria	Resultados	Referência
Assentamentos Informais	O Plano Diretor visa melhorar as condições habitacionais e aumentar a resiliência urbana. Através das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), busca-se regularizar a posse da terra, fortalecer a infraestrutura e reduzir riscos de desastres naturais. A ampliação de drenagem, programas educativos e a integração desses assentamentos à malha urbana formal são ações centrais, alinhadas à PMHIS, que pretende garantir infraestrutura adequada e segurança para essas comunidades vulneráveis.	(Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021) (Lei Ordinária nº 18.863, de 29 de novembro de 2021 - Política Municipal de Habitação de Interesse Social, 2021)
Drenagem Urbana	A Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas prioriza a drenagem urbana, focando na redução do escoamento e aumento da permeabilidade do solo. A Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas propõe melhorias na drenagem para reduzir inundações e riscos ambientais. O Plano Diretor destaca a importância de sistemas de drenagem adequados, integrados à política	(Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife, 2019) (Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife, 2014)

Categoria	Resultados	Referência
	de saneamento, visando mitigar alagamentos e fortalecer a resiliência urbana. Embora um plano tenha sido elaborado em 2016, ele ainda aguarda aprovação legislativa.	(Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021)
Financiamento	A Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas também enfatiza a cooperação entre diferentes esferas de governo, organizações internacionais e multilaterais, visando garantir os recursos financeiros necessários para implementar ações de mitigação e adaptação climática. O Plano Diretor do recife também propõe a cooperação com diversos órgãos e entidades, incluindo governos, ONGs e empresas, para financiar ações de mitigação e adaptação, com foco em pesquisa, tecnologia e controle climático.	(Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife, 2014) (Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021)
Gestão de Recursos Naturais	O Plano Diretor do Recife estabelece diretrizes para a gestão sustentável dos recursos naturais, com foco na proteção de áreas sensíveis, ecossistemas urbanos, áreas verdes e recursos hídricos. Prioriza o manejo sustentável e a implementação de infraestrutura verde e azul, especialmente em áreas costeiras e margens inundáveis, além da conservação dos recifes costeiros. A Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas reforça o uso racional dos recursos naturais, promovendo práticas sustentáveis que equilibram o desenvolvimento urbano e a conservação ambiental, garantindo a sustentabilidade para as futuras gerações.	(Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021) (Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife, 2014)
Governança	Em 2013, Recife criou o Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas	(Decreto nº 27.343, de 06 de setembro de 2013 - Institui o

Categoria	Resultados	Referência
	<p>(COMCLIMA) e o Grupo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA), fortalecendo a governança climática e promovendo a cooperação entre a administração pública e ONGs. Em 2015, a cidade se associou ao ICLEI, o que proporcionou acesso a práticas globais e apoio técnico. Em 2019, Recife reconheceu oficialmente a emergência climática. O Plano Diretor consolidou a participação da sociedade civil na gestão compartilhada. Esses esforços estão alinhados à Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas.</p>	<p>Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (COMCLIMA) e o Grupo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA), 2013) (Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife, 2014) (Decreto nº 33.080, de 08 de novembro de 2019 - Declara o reconhecimento à emergência climática global, 2019) (Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021)</p>
Infraestrutura Urbana	<p>A Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas busca construir uma infraestrutura urbana resiliente, conectando as dimensões institucional, social, ambiental e de infraestrutura. O Plano Local de Ação Climática do Recife foca na requalificação de áreas de risco climático, visando reduzir os impactos de desastres naturais. O Plano Diretor prioriza moradia digna com infraestrutura adequada, promovendo a conservação ambiental, a regulação do uso do solo e a integração de políticas de regularização fundiária. A PMHIS complementa essas ações, incentivando a construção de moradias em áreas com infraestrutura disponível e prevenindo ocupações em áreas de risco.</p>	<p>(Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife, 2014) (Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020) (Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021) (Lei Ordinária nº 18.863, de 29 de novembro de 2021 - Política Municipal de Habitação de Interesse Social, 2021)</p>

Categoria	Resultados	Referência
Mobilidade urbana	<p>A Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas foca no transporte público e modos não motorizados. O Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono reforça essa abordagem, priorizando o transporte público e a mobilidade ativa.</p> <p>O Plano Local de Ação Climática do Recife inclui ações para uso de combustíveis renováveis e compensação de emissões. O Plano Diretor do Recife integra diretrizes para melhorar a acessibilidade e o uso eficiente do espaço urbano. O Plano Municipal de Mobilidade Urbana visa reduzir o uso de carros e modernizar o transporte público, incentivando modos de transporte mais sustentáveis.</p>	<p>(Recife, Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife, 2014)</p> <p>(Recife, Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono, 2016) (ICLEI, Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020)</p> <p>(Recife, Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021)</p> <p>(Recife, Lei Ordinária nº 18.887, de 29 dezembro de 2021 - Plano de Mobilidade Urbana do Recife, 2021)</p>
Recursos hídricos	<p>O Projeto Pegada de Cidades avalia o uso da água no Recife, buscando promover a gestão sustentável por meio da redução do consumo e do manejo das águas pluviais. O Plano Local de Ação Climática reforça a segurança hídrica e a resiliência urbana. O Plano Diretor do Recife propõe estratégias para o manejo das águas pluviais e a qualificação dos cursos d'água, embora o plano de drenagem ainda não tenha sido implementado.</p>	<p>(Recife, Projeto Pegadas da Cidade - Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa (2012-2015) e Pegada Hídrica (2015) do Recife, 2017) (ICLEI, Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020) (Recife, Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021)</p>
Saneamento básico	<p>O Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono busca a organização sustentável dos resíduos, com foco na coleta, transporte, tratamento e destinação final, além de integrar o município ao programa metropolitano de esgotamento sanitário. A Política Municipal de Saneamento Básico e</p>	<p>(Recife, Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono, 2016)</p> <p>(Recife, Lei Ordinária nº 18.208, de 30 de dezembro 2015 - Política Municipal de Saneamento Básico, 2015)</p>

Categoria	Resultados	Referência
	<p>o Plano Municipal de Saneamento Básico, definem a criação e implementação do sistema de saneamento, com ênfase na expansão dos serviços, melhorias e integração com outras políticas públicas. O Plano Diretor do Recife busca otimizar a interação entre elementos naturais e sistemas de saneamento, estimulando o adensamento nas áreas já servidas. O Plano Local de Ação Climática do Recife propõe ações de universalização do esgotamento sanitário, aumento da coleta e reciclagem de resíduos sólidos e a implementação de tecnologias para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.</p>	<p>(Recife, Decreto nº 31.073, de 26 de dezembro de 2017 - Plano Municipal de Saneamento Básico, 2017) (Recife, Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021) (ICLEI, Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020)</p>
Saúde Pública	<p>O Plano Local de Ação Climática busca enfrentar desafios climáticos com foco em justiça climática e soluções baseadas na natureza, visando combater doenças relacionadas às mudanças climáticas. O Plano Diretor do Recife inclui medidas para prevenir doenças associadas à poluição e promover a qualidade de vida, integrando saúde e proteção ambiental por meio da vigilância sanitária, controle de vetores e acesso a serviços de saúde. A Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas mapeia áreas de risco e prioriza ações para reduzir a exposição da população a desastres e ondas de calor, com ênfase na saúde pública.</p>	<p>(Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020) (Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021) (Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife, 2019)</p>
Segurança Alimentar	<p>O Plano de Agroecologia Urbana do Recife promove hortas, pomares, compostagem em escolas e parcerias agroecológicas, visando segurança alimentar e sustentabilidade. A</p>	<p>(Plano de Agroecologia Urbana do Recife, 2021)</p>

Categoria	Resultados	Referência
	criação da Lei de Fomento à Agricultura Urbana aguarda regulamentação.	
Vulnerabilidade	<p>A Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas apoia pesquisas sobre vulnerabilidades climáticas no Recife, visando identificar áreas suscetíveis e implementar medidas de adaptação e resiliência. O Plano Diretor aborda a vulnerabilidade urbana por meio de estratégias para reduzir riscos em áreas sujeitas a alagamentos e deslizamentos. A</p> <p>Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas destaca riscos associados a áreas de encostas e baixadas, agravados por falta de infraestrutura. Já o Plano Local de Ação Climática propôs Planos Setoriais de Adaptação até 2022, mas sua implementação permanece em fase piloto.</p>	<p>(Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife, 2014)</p> <p>(Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife, 2021) (Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife, 2019) (Plano Local de Ação Climática do Recife, 2020)</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa avaliou como Recife tem incorporado os desafios da adaptação às mudanças climáticas em seu planejamento urbano. O papel das cidades é crucial na implementação de estratégias eficazes de adaptação. O referencial teórico abordou a interação entre cidades e mudanças climáticas, explorando conceitos como vulnerabilidade e adaptação urbana, e a matriz de análise aplicada ao Recife permitiu avaliar as estratégias já incorporadas no planejamento da cidade.

A análise revelou que, embora existam avanços, desafios significativos persistem, principalmente na efetiva execução de planos essenciais, como o de drenagem urbana, e na integração das políticas intersetoriais. A falta de articulação e a insuficiente implementação das políticas ainda são obstáculos para a melhoria real das condições habitacionais e a redução dos riscos climáticos, principalmente em assentamentos informais e áreas de risco.

A drenagem urbana, apesar das propostas do Plano Diretor e da Política de Sustentabilidade, enfrenta dificuldades, como a não aprovação do Plano Municipal de Drenagem. A cidade necessita de maior articulação legislativa e administrativa para garantir a execução das políticas.

O financiamento adequado é um dos pilares essenciais para a implementação das estratégias de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, e o Plano Diretor de Recife reconhece essa necessidade ao propor a cooperação entre diferentes esferas de governo, organizações internacionais e setor privado. A promoção de estratégias de financiamento inovadoras, que integrem múltiplos atores, surge como uma grande oportunidade para garantir os recursos necessários e fortalecer a resiliência urbana da cidade. Contudo, o grande desafio continua sendo a integração eficiente desses recursos em um plano coeso, que consiga transformar diretrizes em ações práticas a longo prazo. Para que Recife avance de maneira sustentável, é fundamental que as políticas de financiamento se alinhem com as necessidades locais, garantindo que os investimentos se traduzam em ações concretas.

A gestão de recursos naturais e a governança climática apresentam oportunidades, mas também exigem um maior acompanhamento e engajamento das diversas esferas governamentais e da sociedade civil.

A governança climática em Recife tem progredido, com a colaboração entre esferas de governo, organizações não governamentais e o ICLEI, que desde 2015 tem facilitado o acesso a práticas globais para enfrentar as mudanças climáticas. A criação de comitês como o

COMCLIMA e GECLIMA e a declaração de emergência climática em 2019 destacam o compromisso da cidade com a sustentabilidade e a transição para um futuro de baixo carbono. A participação da sociedade civil e a transparência nas ações governamentais, enfatizadas no Plano Diretor de 2021, são aspectos positivos que precisam ser constantemente reforçados.

Em termos de infraestrutura urbana, as políticas como a Política de Sustentabilidade e o Plano Local de Ação Climática têm direcionado a requalificação de áreas de risco e promovido moradia digna. A maior oportunidade está em fortalecer a implementação de políticas públicas que assegurem o acesso à terra urbanizada e a requalificação eficiente das áreas vulneráveis. O planejamento e controle da ocupação urbana devem ser intensificados para evitar expansão desordenada e ocupações em áreas de risco.

A implementação de políticas de transporte coletivo, mobilidade ativa e uso de combustíveis renováveis, além da expansão de infraestrutura para pedestres e ciclistas, contribui para uma cidade mais conectada e resiliente. Contudo, a efetiva implementação e expansão dessas infraestruturas representam desafios para garantir o acesso amplo e igualitário à mobilidade sustentável.

Na gestão de recursos hídricos, Recife adota iniciativas como o Projeto Pegada de Cidades, que visa a eficiência no uso da água, e o Plano Local de Ação Climática e o Plano Diretor destacam a importância de uma gestão integrada dos recursos hídricos. Porém, a não implementação total do plano de drenagem municipal compromete a eficácia das ações planejadas, principalmente em áreas vulneráveis a desastres naturais.

No saneamento básico, políticas como a Política Municipal de Saneamento Básico e o Plano Municipal de Saneamento Básico visam expandir o acesso aos serviços e melhorar as condições de vida. O Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono integra o saneamento com a gestão urbana e a redução das emissões de gases de efeito estufa, enquanto o Plano Local de Ação Climática busca universalizar o acesso ao esgoto e incentivar práticas de reciclagem. É essencial intensificar o acompanhamento contínuo das obras, realizar investimentos adequados em infraestrutura e garantir a participação ativa da sociedade, especialmente nas áreas mais carentes.

No campo da saúde pública, Recife prevê a proteção das populações vulneráveis e prevenção de doenças relacionadas a desastres naturais e poluição.

A promoção da segurança alimentar, com iniciativas como o Plano de Agroecologia Urbana, foca em práticas sustentáveis, como hortas comunitárias e compostagem. No entanto, a falta de regulamentação da Política Municipal de Fomento à Agricultura Urbana de Base Agroecológica pode limitar a continuidade e expansão dessas iniciativas.

A vulnerabilidade climática em Recife tem sido abordada por meio de políticas como a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento às Mudanças Climáticas, bem como pelo Plano Diretor, que visam adaptar as comunidades mais expostas aos desastres naturais. A Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas fornece uma base sólida para o desenvolvimento de políticas de redução de riscos e fortalecimento da resiliência urbana. No entanto, a execução e ampliação das medidas previstas ainda enfrentam desafios, especialmente no que se refere ao Plano Local de Ação Climática, que atualmente se encontra em fase piloto.

Apesar dos avanços, a integração plena das políticas de adaptação climática no planejamento urbano ainda está em desenvolvimento. O planejamento urbano deve ser visto não apenas como uma ferramenta para o crescimento ordenado das cidades, mas como um meio indispensável para garantir a resiliência urbana frente aos desafios climáticos. Investir na construção de capacidade adaptativa, regulamentar leis específicas e implementar planos eficazes são passos essenciais para que Recife se torne mais resiliente. No entanto, o maior desafio está em transcender a abordagem puramente técnica do planejamento e transformá-lo em uma política pública efetiva e equitativa, pautada por uma gestão integrada e participativa que contemple as necessidades reais da população.

Entre as limitações desta pesquisa, destaca-se o enfoque em uma cidade que já demonstrou avanços significativos em sua agenda climática, o que pode não refletir as realidades de municípios que ainda estão em estágios iniciais dessa trajetória. Além disso, embora Recife tenha dado passos importantes, ainda há uma lacuna entre o planejamento e a execução efetiva das estratégias de adaptação, o que limita a aplicabilidade das soluções propostas. Estudos futuros podem aprofundar a etapa de implementação, investigando não apenas como os conceitos de adaptação são aplicados em diferentes territórios, mas também como esses processos são experienciados pela população local.

REFERÊNCIAS

- Adu-Boateng, A. (2015). Barriers to climate change policy responses for urban areas: a study of Tamale Metropolitan Assembly, Ghana. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, pp. 49-57. doi:10.1016/j.cosust.2015.02.001
- Aguilar, L., Amaro, V., Araújo, P., & Santos, A. (2019). Low cost geotechnology applied to flood risk assessment in coastal urban areas in climate change scenarios. *Anuario do Instituto de Geociencias (Online)*, pp. 267-290. doi:10.11137/2019_1_267_290
- Ahmed, A., Akanbang, B., Poku-Boansi, M., & Derbile, E. (2022). Policy coherence between climate change adaptation and urban policies in Ghana: Implications for adaptation planning in African cities. *International Journal of Urban Sustainable Development*, pp. 77-90. doi:10.1080/19463138.2022.2066106
- Allan Sriratana, T., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2021). Assessment and mitigation of tangible flood damages driven by climate change in a tropical city: Hat Yai Municipality, southern Thailand.
- Allarané, N., Atchadé, A., N'Dilbé, T.-R., Azagoun, V., & Hetcheli, F. (2024). Integrating Climate Change Adaptation Strategies into Urban Policies for Sustainable City Resilience: Barriers and Solutions in the Central African City of N'Djaména. *Sustainability*, p. 5309. doi:10.3390/su16135309
- Almeida, J. (2022). Understanding approaches in urban planning for alleviating disaster impacts. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/3126
- Almeida, P., Cotta, E., & Ribeiro, F. (2023). Sustentabilidade, Mobilidade e análise dos ODS- Agenda 2030 para uma Cidade Sustentável: breve estudo do município de São Paulo. Acesso em 4 de dez. de 2024
- Almulhim, A., & Cobbinah, P. (2024). Framing resilience in Saudi Arabian cities: On climate change and urban policy. *Sustainable Cities and Society*. doi:10.1016/j.scs.2024.105172
- An, B., Butz, A., & Mitchell, J. (2022). A contingent diffusion model of local climate change policy adoption: Evidence from Southern California cities. *Cities*, p. 103418. doi:10.1016/j.cities.2021.103418
- Araos, M., Berrang-Ford, L., Ford, J., Austin, S., Biesbroek, R., & Lesnikowski, A. (2016). Climate change adaptation planning in large cities: A systematic global assessment. *Environmental Science & Policy*, pp. 375-382. doi:10.1016/j.envsci.2016.06.009

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, pp. 959-975. doi:10.1016/j.joi.2017.08.007
- Asadzadeh, A., Fekete, A., Khazai, B., Moghadas, M., Zebardast, E., Basirat, M., & Kotter, T. (2023). Capacitating urban governance and planning systems to drive transformative resilience. *Sustainable Cities and Society*, 104637.
- Avashia, V., & Garg, A. (2020). Implications of land use transitions and climate change on local flooding in urban areas: An assessment of 42 Indian cities. *Land use policy*. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104571
- Barbi, F. (2021). Climate Change and The Adaptation Agenda in Brazilian Cities. *Revista Catalana de Dret Ambiental*. doi:10.17345/rcda3047
- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*.
- Booth, A. (2016). Searching for qualitative research for inclusion in systematic reviews: a structured methodological review. *Systematic reviews*. doi:10.1186/s13643-016-0249-x
- Braga, R. (2012). Mudanças climáticas e planejamento urbano: uma análise. Fonte: https://igce.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/planejamentoterritorialegeoprocessamento640/md_roberto_artigos_artig_anppas.pdf
- Bramer, W., Jonge, G., Rethlefsen, M., Mast, F., & Kleijnen, J. (2018). A systematic approach to searching: an efficient and complete method to develop literature searches. doi:10.5195/jmla.2018.283
- Brasil. (2001). Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 - Estatuto da Cidade. Brasília. Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm
- Brasil. (2009). Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 - Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm
- Brasil. (2011). Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011.
- Broto, V., Boyd, E., & Ensor, J. (2015). Participatory urban planning for climate change adaptation in coastal cities: lessons from a pilot experience in Maputo, Mozambique. *Current opinion in environmental sustainability*, pp. 11-18. doi:10.1016/j.cosust.2014.12.005
- Bustamante, M. M., Silva, J. S., Scariot, A., Sampaio, A. B., Mascia, D. L., & Garcia, E. (2019). Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: lessons and challenges from Brazil. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. Acesso em 4 de dez. de 2024

- Cabral, L., Ramos, M., & Carvalho, L. (2021). Beyond the control room: The smart (sustainable?) pathway of Rio de Janeiro in times of crisis. *Finisterra*. doi:10.18055/Finis23269
- Cai, Z., Page, J., & Cvetkovic, V. (2021). Urban ecosystem vulnerability assessment of support climate-resilient city development. *Urban Planning*, pp. 227-239. doi:10.17645/up.v6i3.4208
- Câmara Municipal do Recife. (20 de mai. de 2024). Carlos Muniz reflete sobre ações para prevenir tragédias com enchentes. *Câmara Municipal do Recife*. Acesso em 3 de dez. de 2024, disponível em <https://www.recife.pe.leg.br/comunicacao/noticias/2024/05/carlos-muniz-reflete-sobre-acoes-para-prevenir-tragedias-com-enchentes>
- Change, I. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR6). *Cambridge University Press*. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- Chen, S., & Wang, D. (2024). The effect of pilot climate-resilient city policies on urban climate resilience: Evidence from quasi-natural experiments. *Cities*, p. 105316. doi:10.1016/j.cities.2024.105316
- Chitsa, M., Sivapalan, S., Singh, B., & Lee, K. (2022). Citizen participation and climate change within an urban community context: Insights for policy development for bottom-up climate action engagement. *Sustainability*. doi:10.3390/su14063701
- Chu, E., Schenk, T., & Patterson, J. (2018). The Dilemmas of Citizen Inclusion in Urban Planning and Governance to Enable a 1.5 °C Climate Change Scenario. *Urban Planning*. doi:10.17645/up.v3i2.1292
- Codemo, A., Favargiotti, S., & Albatici, R. (2021). Balancing adaptation and mitigation strategies through an integrated approach: climate responses in the human habitat. *Sustainable mediterranean construction*.
- Constituição. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília.
- Creswell, J., & Creswell, J. (2021). Projeto de Pesquisa - Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Acesso em 4 de dez. de 2024
- Croese, S., Green, C., & Morgan, G. (2020). Localizing the Sustainable Development Goals Through the Lens of Urban Resilience: Lessons and Learnings from 100 Resilient Cities and Cape Town. *Sustainability*. doi:10.3390/su12020550

- Cruz, N., Rode, P., & McQuarrie, M. (2018). New urban governance: A review of current themes and future priorities. *New Urban Governance*. doi:10.1080/07352166.2018.1499416
- Cruz, S., Graça, M., Conceição, P., Neset, T.-S., & Juhola, S. (2023). Exploring the affective dimension in citizen science to support urban climate adaptation: a conceptual framework. *Journal of Environmental Planning and Management*, pp. 1-23. doi:10.1080/09640568.2023.2271162
- Dai, L., Wörner, R., & van Rijswijk, H. (2018). Rainproof cities in the Netherlands: Approaches in Dutch water governance to climate-adaptive urban planning. *International Journal of Water Resources Development*. doi:10.1080/07900627.2017.1372273
- de Beeck, T., den Heijer, C., & Coppens, T. (2024). Financing climate adaptation in Flemish cities: Unpacking financial strategies and policy dynamics for nature-based solutions. *Landscape and Urban Planning*, p. 105094. doi:10.1016/j.landurbplan.2024.105094
- De Noia, I., Caselli, B., Kemperman, A., Rossetti, S., & van der Waerden, P. (s.d.). Towards participatory urban planning: insights from citizens. Results of a survey on the local effects of climate change in Parma. *Territorio Mobilità e Ambiente*, p. 2024. doi:10.6093/1970-9870/10836
- Desthieux, G., & Joerin, F. (2022). Urban planning in Swiss cities has been slow to think about climate change: why and what to do? *Journal of Environmental Studies and Sciences*, pp. 692-713. doi:10.1007/s13412-022-00767-9
- Di Giulio, G., Bedran-Martins, A., Vasconcellos, M., Ribeiro, W., & Lemos, M. (2018). Mainstreaming climate adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil. doi:doi.org/10.1016/j.cities.2017.09.001
- Di Giulio, G., Torres, R., Lapola, D., Bedran-Martins, A., Vasconcellos, M., Braga, D., . . . Jacaúna, T. (2019). Bridging the gap between will and action on climate change adaptation in large cities in Brazil. *Reg Environ Change*, pp. 2491–2502. doi:10.1007/s10113-019-01570-z
- Dolman, N., Bormann, H., Bressers, H., Lulofs, K., Böge, M., & Özerol, G. (2020). Urban water management and climate change adaptation: A self-assessment study by seven midsize cities in the North Sea Region. *Sustainable Cities and Society*. doi:10.1016/j.scs.2020.102066

- Eckersley, P. (2017). Cities and climate change: How historical legacies shape policy-making in English and German municipalities. *Politics*, pp. 151-166. doi:10.1177/0263395716670412
- Elisa Sainz, M., Galarraga, I., & Olazabal, M. (2021). How well do climate adaptation policies align with risk-based approaches? An assessment framework for cities. *Cities*, p. 103018. doi:10.1016/j.cities.2020.103018
- Eliška, K., Whitham, C., Bašta, P., Harmáčková, Z., Štěpánek, P., Zahradníček, P., . . . Vačkář, D. (2018). Participatory climate change impact assessment in three Czech cities: The case of heatwaves. *Sustainability*, p. 1906. doi:10.3390/su10061906
- Estrada, F., Botzen, W., & Tol, R. (2017). A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts. *Nature Climate Change*, pp. 403-406. doi:10.1038/nclimate3301
- Fernández-Nóvoa, D., García-Feal, O., González-Cao, J., deCastro, M., & Gómez-Gesteira, M. (2022). Multiscale flood risk assessment under climate change: the case of the Miño River in the city of Ourense, Spain. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, pp. 3957-3972. doi:10.5194/nhess-22-3957-2022
- Fiack, D., & Kamieniecki, S. (2017). Stakeholder engagement in climate change policymaking in American cities. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, pp. 127-140. doi:10.1007/s13412-014-0205-9
- Filho, W., Balogun, A.-L., Ayal, D., Bethurem, E., Murambadoro, M., Mambo, J., . . . Mugabe, P. (2018). Strengthening climate change adaptation capacity in Africa-case studies from six major African cities and policy implications. *Environmental Science & Policy*. doi:10.1016/j.envsci.2018.05.004
- Gandini, A., Quesada, L., Prieto, I., & Garmendia, L. (2021). Climate change risk assessment: A holistic multi-stakeholder methodology for the sustainable development of cities. *Sustainable Cities and Society*, p. 102641. doi:10.1016/j.scs.2020.102641
- Göpfert, C., Wamsler, C., & Lang, W. (2019). A framework for the joint institutionalization of climate change mitigation and adaptation in city administrations. *Mitigation and adaptation strategies for global change*.
- Göpfert, C., Wamsler, C., & Lang, W. (2019). Institutionalizing climate change mitigation and adaptation through city advisory committees: Lessons learned and policy futures. *City and Environment Interactions*. doi:10.1016/j.cacint.2019.100004

- Grafakos, S., Trigg, K., Landauer, M., Chelleri, L., & Dhakal, S. (2019). Analytical framework to evaluate the level of integration of climate adaptation and mitigation in cities. *Climatic change*, pp. 87-106. doi:10.1007/s10584-019-02394-w
- Granberg, M., & Glover, L. (2021). The Climate Just City. *Sustainability*. doi:10.3390/su13031201
- Grażyna, B. (2022). Rough assessment of the consideration of spatial planning tools in the municipal plans for adaptation to climate change. An example of selected Polish cities. *Ekonomia i Środowisko*. doi:10.34659/eis.2022.80.1.427
- Grip, I., Haghighatafshar, S., & Aspegren, H. (2021). A methodology for the assessment of compound sea level and rainfall impact on urban drainage networks in a coastal city under climate change. *City and Environment Interactions*, p. 100074. doi:10.1016/j.cacint.2021.100074
- Hiscock, R., Asikainen, A., Tuomisto, J., Jantunen, M., Pärjälä, E., & Sabel, C. (2017). City scale climate change policies: Do they matter for wellbeing? *Preventive medicine reports*. doi:10.1016/j.pmedr.2017.03.019
- Hofmann, M., Müller, N., Stankiewicz, C., Pfnür, A., & Linke, H. (2015). The effects of knowledge orders on climate change policy in urban land management and real estate management: a case study of three German cities. *Urban Research & Practice*, pp. 336-353. doi:10.1080/17535069.2015.1051381
- Hughes, S. (2020). Principles, drivers, and policy tools for just climate change adaptation in legacy cities. *Environmental Science & Policy*, pp. 35-41. doi:10.1016/j.envsci.2020.05.007
- Hutter, G., & Otto, A. (2017). Spatial Science and Policy Advice-Project Examples on Climate Change Adaptation in Cities and Regions. *DISP*. Acesso em 4 de dez. de 2024
- Huynh, H., Do, A., & Dao, T. (2020). Climate change vulnerability assessment for Can Tho city by a set of indicators. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, pp. 147-158. doi:10.1108/IJCCSM-01-2018-0003
- IBGE. (2021). Recife - Panorama. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>
- ICLEI. (2013). Urban-LEDS: Recife como cidade-modelo para estratégias de desenvolvimento de baixo carbono. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em urban-leds.org/countries-cities/brazil/
- ICLEI. (2015). Recife: Associado ao ICLEI América do Sul. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em <https://americadosul.iclei.org/associados/recife/>

- ICLEI. (2020). Plano Local de Ação Climática do Recife. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/placrecife_acaoclimat.pdf
- Imani, M., Lo, S.-L., Fakour, H., Kuo, C.-Y., & Mobasser, S. (2022). Conceptual framework for disaster management in coastal cities using climate change resilience and coping ability. *Atmosphere*. doi:10.3390/atmos13010016
- INPE . (2020). Climatologia do Brasil. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em inpe.br
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. *Cambridge University Press*. Acesso em 5 de dez. de 2024
- IPCC. (2014). Climate change 2014: Synthesis report (IPCC, 5th Assessment Report. Acesso em 3 de dez. de 2024, disponível em ipcc.ch/report/ar5/syr/
- IPCC. (s.d.). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth. 2023. doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- Irwin, S. (2024). Addressing hardship and climate change: Citizens' perceptions of costs of living, social inequalities and priorities for policy. *Social Policy & Administration*. doi:10.1111/spol.13071
- Iturriza, M., Hernantes, J., Abdelgawad, A., & Labaka, L. (2020). Are cities aware enough? A framework for developing city awareness to climate change. *Sustainability*. doi:10.3390/su12062168
- Jernnäs, M., & Lövbrand, E. (2022). Accelerating Climate Action: The Politics of Nonstate Actor Engagement in the Paris Regime. *Global Environmental Politics*. doi:doi.org/10.1162/glep_a_00660
- Jinxuan, W., & Foley, K. (2023). Promoting climate-resilient cities: Developing an attitudinal analytical framework for understanding the relationship between humans and blue-green infrastructure. *Environmental Science & Policy*, pp. 133-143. doi:10.1016/j.envsci.2023.05.010
- Kalafatis, S. (2018). Comparing climate change policy adoption and its extension across areas of city policymaking. *Policy Studies Journal*, pp. 700-719. doi:10.1111/psj.12206
- Kalafatis, S. (2020). Socioeconomic Reinvention and Expanding Engagement with Climate Change Policy in American Rust Belt Cities. *Atmosphere*, p. 1327. doi:10.3390/atmos11121327
- Kang, D.-H., Nam, D.-H., Jeung, S.-J., & Kim, B.-S. (2021). Impact assessment of flood damage in urban areas using rcp 8.5 climate change scenarios and building inventory. *Water*, p. 756. doi:10.3390/w13060756

- Kang, W. (2023). Exploring the Nexus between Transparency and Citizens' Intention to Participate in Climate Change Policy-Making. *Sustainability*, p. 15520. doi:10.3390/su152115520
- Khatibi, H., Wilkinson, S., Sweya, L., Baghersad, M., & Dianat, H. (2024). Navigating Climate Change Challenges through Smart Resilient Cities: A Comprehensive Assessment Framework. *Land*, p. 266. doi:10.3390/land13030266
- Klein, J., Araos, M., Karimo, A., Heikkinen, M., Ylä-Anttila, T., & Juhola, S. (2018). The role of the private sector and citizens in urban climate change adaptation: Evidence from a global assessment of large cities. *Global environmental change*, pp. 127-136. doi:10.1016/j.gloenvcha.2018.09.012
- Kumar, P., & Geneletti, D. (2015). How are climate change concerns addressed by spatial plans? An evaluation framework, and an application to Indian cities. *Land use policy*, pp. 210-226. doi:10.1016/j.landusepol.2014.07.016
- Kumar, P., Geneletti, D., & Nagendra, H. (2016). Spatial assessment of climate change vulnerability at city scale: A study in Bangalore, India. *Land Use Policy*. doi:10.1016/j.landusepol.2016.08.018
- Laino, E., Toledo, I., Aragonés, L., & Iglesias, G. (2024). novel multi-hazard risk assessment framework for coastal cities under climate change. *Science of the Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.176638
- Le, T. D. (2023). Theoretical frameworks in climate change adaptation planning: a comparative study in coastal cities of developing countries. *Journal of Environmental Planning and Management*, pp. 424-444. doi:10.1080/09640568.2021.1990028
- Legg, S. (2024). Interaction, World Population Prospects 2024: Summary of Results. 52. Acesso em 3 de dez. de 2024
- Li, Z., Song, K., & Peng, L. (2021). Flood risk assessment under land use and climate change in Wuhan city of the Yangtze River Basin. *Land*, p. 878. doi:10.3390/land10080878
- Liang, L., Deng, X., Wang, P., Wang, Z., & Wang, L. (2020). Assessment of the impact of climate change on cities livability in China. *Science of the Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138339
- Liang, Z. (2021). Assessment of the construction of a climate resilient city: An empirical study based on the difference in differences model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi:10.3390/ijerph18042082

- Lomba-Fernández, C. (2020). Urban Critical Infrastructures Governance Framework for Climate Resilient Cities. *European Journal of Sustainable Development*, pp. 145-145. doi:10.14207/ejsd.2020.v9n3p145
- Lompi, M., Mediero, L., & Caporali, E. (2021). Future flood hazard assessment for the city of Pamplona (Spain) using an ensemble of climate change projections. *Water*. doi:10.3390/w13060792
- Luca, C., Naumann, S., David, M., & Tondelli, S. (2021). Nature-based solutions and sustainable urban planning in the European environmental policy framework: Analysis of the state of the art and recommendations for future development. *Sustainability*, p. 5021. doi:10.3390/su13095021
- Mari-Dell’Olmo, M., Oliveras, L., Barón-Miras, L., Borrell, C., Montalvo, T., Ariza, C., . . . Sheehan, M. (2022). Climate change and health in urban areas with a Mediterranean climate: a conceptual framework with a social and climate justice approach. *International journal of environmental research and public health*. doi:10.3390/ijerph191912764
- Marino, R., Zurita, B., Kuller, M., Carrasco, L., Gosciniak, P., Kustosik, K., & Riveros, A. (2024). Assessment of public space potential for climate change adaptation in three Colombian cities: nature-based solutions and urban design guidelines. *Water Practice & Technology*, pp. 1696-1709. doi:10.2166/wpt.2024.089
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & López-Cózar, E. (2018). A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of Informetrics*. doi:10.1016/j.joi.2018.09.002
- Marzouk, M., Attia, K., & Azab, S. (2021). Assessment of coastal vulnerability to climate change impacts using GIS and remote sensing: A case study of Al-Alamein New City. *Journal of Cleaner Production*, p. 125723. doi:10.1016/j.jclepro.2020.125723
- Melo, I., de Carvalho, R., Sobral, M., Lyra, M., & da Silva, H. (2021). Open-access Adaptação aos Impactos das Mudanças Climáticas na Perspectiva do Plano Diretor da Cidade do Recife. *Revista brasileira de estudos urbanos e regionais*. doi:10.22296/2317-1529.rbeur.202140pt
- Melo, I., Carvalho, R., Sobral, M., Lyra, M., & Silva, H. (2021). Adaptação aos impactos das mudanças climáticas na perspectiva do plano diretor da cidade do Recife. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*. doi:10.22296/2317-1529.rbeur.202140pt
- Mhedhbi, Z., Hidaig, J., Munck, C., Haouès-Jouve, S., Touati, N., & Masson, V. (2022). ool adjustments to support climate adaptation in urban planning for southern cities: The case

- of Greater Tunis, Tunisia. *Cybergeog: European Journal of Geography*. doi:10.4000/cybergeog.39297
- Mukhlis, M., & Perdana, R. (2022). A critical analysis of the challenges of collaborative governance in climate change adaptation policies in Bandar Lampung City, Indonesia. *Sustainability*, p. 4077. doi:10.3390/su14074077
- Mumtaz, M. (2024). Green infrastructure as key tool for climate adaptation planning and policies to mitigate climate change: Evidence from a Pakistani City. *Urban Climate*. doi:10.1016/j.uclim.2024.102074
- Muñoz-Pizza, D., Sanchez-Rodriguez, R., & Gonzalez-Manzano, E. (2023). Linking climate change to urban planning through vulnerability assessment: The case of two cities at the Mexico-US border. *Urban Climate*, p. 101674. doi:10.1016/j.uclim.2023.101674
- Nations, U. (s.d.). 17 Goals to Transform Our World. 2015. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em un.org/sustainabledevelopment/
- Nematchoua, M., Orosa, J., & Reiter, S. (2019). Life cycle assessment of two sustainable and old neighbourhoods affected by climate change in one city in Belgium: A review. *Environmental Impact Assessment Review*, p. 106282. doi:10.1016/j.eiar.2019.106282
- Nyashilu, I., Kiunsi, R., & Kyessi, A. (2023). Assessment of exposure, coping and adaptation strategies for elements at risk to climate change-induced flooding in urban areas. *Heliyon*. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e15000
- Obermaier, M., & Rosa, L. (2013). Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. doi:10.1590/S0103-40142013000200011
- Ordóñez, C., & Duinker, P. (2015). Climate change vulnerability assessment of the urban forest in three Canadian cities. *Climatic change*, pp. 531-543. doi:10.1007/s10584-015-1394-2
- Orsi, R. (2023). Global climate change and cities: the insertion of the problem into local public policies. *Simbiótica Revista Eletrônica*. doi:10.47456/simbitica.v10i3.41104
- Othman, A., El-Saoud, W., Habeebullah, T., Shaaban, F., & Abotalib, A. (2023). Risk assessment of flash flood and soil erosion impacts on electrical infrastructures in overcrowded mountainous urban areas under climate change. *Reliability Engineering & System Safety*. doi:10.1016/j.ress.2023.109302
- Page, M., Moher, D., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., . . . Tetzlaff, J. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *bmj*. Acesso em 4 de dez. de 2024

- Pei, X., Wu, J., Xue, J., Zhao, J., Liu, C., & Tian, Y. (2022). Assessment of Cities' Adaptation to Climate Change and Its Relationship with Urbanization in China. *Sustainability*, p. 2184. doi:10.3390/su14042184
- Perez, L., Rodrigues-Filho, S., Marengo, J., Santos, D., & Mikosze, L. (2020). Mudanças climáticas e desastres: análise das. *Sustainability in Debate*. Acesso em 5 de dez. de 2024
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). Systematic reviews in the social sciences: A practical guide. Acesso em 4 de dez. de 2024
- Piana, M., Hallett, R., Johnson, M., Sonti, N., Brandt, L., Aronson, M., . . . D'Amico, V. (2020). Climate Adaptive Silviculture for the City: Practitioners and Researchers Co-create a Framework for Studying Urban Oak-Dominated Mixed Hardwood Forests. *Frontiers in Ecology and Evolution*. doi:10.3389/fevo.2021.750495
- Pietrapertosa, F., Salvia, M., Hurtado, S. D., D'Alonzo, V., Church, J. M., Geneletti, D., . . . Reckien, D. (2019). Urban climate change mitigation and adaptation planning: Are Italian cities ready? *Cities*. doi:10.1016/j.cities.2018.11.009
- Pietrapertosa, F., Salvia, M., Hurtado, S., D'Alonzo, V., Church, J., Geneletti, D., . . . Reckien, D. (2019). Urban climate change mitigation and adaptation planning: Are Italian cities ready? *Cities*, pp. 93-105. doi:10.1016/j.cities.2018.11.009
- Potter, E. (2020). Contesting imaginaries in the Australian city: Urban planning, public storytelling and the implications for climate change. *Urban studies*, pp. 1536-1552. doi:10.1177/0042098018821304
- Prefeitura do Recife. (2021). Prefeitura do Recife apresenta primeiro plano de agroecologia do município. *Prefeitura do Recife*. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/01/10/2021/prefeitura-do-recife-apresenta-primeiro-plano-de-agroecologia-do-municipio>
- Puntub, W., & Stefan, G. (2022). Advanced operationalization framework for climate-resilient urban public health care services: Composite indicators-based scenario assessment of Khon Kaen City, Thailand. *International journal of environmental research and public health*, p. 1283. doi:10.3390/ijerph19031283
- Rayan, M., Gruehn, D., & Khayyam, U. (2022). Frameworks for urban green infrastructure (UGI) indicators: expert and community outlook toward green climate-resilient cities in Pakistan. *Sustainability*. doi:10.3390/su14137966
- Recife. (2013). Decreto nº 27.343, de 06 de setembro de 2013 - Institui o Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (COMCLIMA) e o Grupo de Sustentabilidade

- e Mudanças Climáticas (GECLIMA). Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em https://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/2._decreto_no_27.343_2013.pdf
- Recife. (2014). Lei Ordinária nº 18.011, de 23 de outubro de 2014 - Política de Sustentabilidade e Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Recife. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em <https://www2.recife.pe.gov.br>
- Recife. (2015). Lei Ordinária nº 18.208, de 30 de dezembro 2015 - Política Municipal de Saneamento Básico. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em <http://leismunicipa.is/amutq>
- Recife. (2016). Plano Recife Sustentável e de Baixo Carbono. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em recife.pe.gov.br/sites/default/files/plano_de_baixo_co2_recife.pdf
- Recife. (2017). Decreto nº 31.073, de 26 de dezembro de 2017 - Plano Municipal de Saneamento Básico. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em <http://leismunicipa.is/ltpjv>
- Recife. (2017). Projeto Pegadas da Cidade - Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa (2012-2015) e Pegada Hídrica (2015) do Recife. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/pagina-basica/projeto_pegadas_da_cidade_-_inventario.pdf
- Recife. (2019). Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em http://meioambiente.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/wysiwyg/imagens/sumario_clima_recife_portugues_impreso_1.pdf
- Recife. (2019). Decreto nº 33.080, de 08 de novembro de 2019 - Declara o reconhecimento à emergência climática global. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em <http://leismunicipa.is/ixurk>
- Recife. (2019). Recife 500 anos: plano estratégico de longo prazo para o desenvolvimento. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em recife500anos.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Recife-500-Anos_2edicao.pdf
- Recife. (2020). 3º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em <https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2020/12/10-recife-inventariooogee-iclei.pdf>
- Recife. (2021). Lei Complementar nº 2, de 23 de abril de 2021 - Plano Diretor do Recife. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em recife.pe.gov.br

- Recife. (2021). Lei Ordinária nº 18.863, de 29 de novembro de 2021 - Política Municipal de Habitação de Interesse Social. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em <http://leismunicipa.is/tsqnz>
- Recife. (2021). Lei Ordinária nº 18.887, de 29 dezembro de 2021 - Plano de Mobilidade Urbana do Recife. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em <http://leismunicipa.is/zodtu>
- Recife. (2021). Plano de Agroecologia Urbana do Recife. Acesso em 4 de dez. de 2024, disponível em drive.google.com/file/d/1aiq4-5oMpY5fn7KH7qSV13_Rx0_k0crj/view
- Recife. (2022). Lei Municipal nº 19.026, de 30 de dezembro de 2022 - Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos no Município do Recife. Fonte: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/2022/1903/19026/lei-ordinaria-n-19026-2022-institui-o-codigo-de-limpeza-urbana-e-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-do-municipio-do-recife-e-da-outras-providencias?q=Plano%20Municipal%20de%20Gest%E>
- Recife. (2022). Recife 500 anos: plano estratégico de longo prazo para o desenvolvimento. Acesso em 5 de dez. de 2024, disponível em recife500anos.org.br/wp-content/uploads/2022/03/Recife-500-Anos_2edicao.pdf
- Recife 500 Anos. (2022). Plano de Adaptação Setorial da Cidade. Acesso em 3 de dez. de 2024, disponível em <https://recife500anos.org.br/pasr-integra-estrategias-do-recife-frente-as-mudancas-climaticas/>
- Reynard, D., Collins, D., & Shirgaokar, M. (2021). Growth over resilience: how Canadian municipalities frame the challenge of reducing carbon emissions. *Local Environment*, pp. 448-460. doi:10.1080/13549839.2021.1892046
- Rusmadi, R., Hadi, S., & Purnaweni, H. (2017). Gendering the Climate Change Policy: A Study of Gender Analysis on Semarang's Integrated City Climate Strategy. *Advanced Science Letters*, pp. 2556-2558. doi:10.1166/asl.2017.8697
- Russo, F., Calabrò, T., Iiritano, G., Pellicanò, D., Petrungaro, G., & Trecozzi, M. (2021). Green and safety school regional program to sustainable development using limited traffic zone. *Int. J. Sustain. Dev. Plan*, pp. 71-79. doi:10.18280/ijstdp.160107
- Sánchez, F., Solecki, W., & Batalla, C. (2018). Climate change adaptation in Europe and the United States: A comparative approach to urban green spaces in Bilbao and New York City. *Land Use Policy*, pp. 164-173. doi:10.1016/j.landusepol.2018.08.010
- Santos, R. P., & Cortese, T. T. (2022). Planejamento Urbano e Desastres: Uma Revisão Sistemática de Literatura PRISMA. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*. Acesso em 4 de dez. de 2024

- Sathler, D., Paiva, J., & Baptista, S. (2019). Cidades e mudanças climáticas: planejamento urbano e governança ambiental nas sedes das principais regiões metropolitanas e regiões integradas de desenvolvimento. *Caderno de Geografia*. Acesso em 4 de dez. de 2024
- Scheuer, S., Haase, D., & Volk, M. (2017). Integrative assessment of climate change for fast-growing urban areas: Measurement and recommendations for future research. *PloS one*. doi:10.1371/journal.pone.0189451
- Serra, V., Ledda, A., Ruiu, M., Calia, G., Mereu, V., Bacciu, V., . . . Montis, A. (2022). Adaptation to Climate Change Across Local Policies: An Investigation in Six Italian Cities. *Sustainability*. doi:10.3390/su14148318
- Shao, W., Li, Y., Su, X., Liu, J., & Yang, Z. (2024). Assessment of rainwater resources in urban areas of reception basins of south-to-north water diversion project under climate change. *Journal of Cleaner Production*. doi:10.1016/j.jclepro.2024.143898
- Silva, T., Lopes, A., Vasconcelos, J., Chokhachian, A., Wagenfeld, M., & Santucci, D. (2024). Thermal stress and comfort assessment in urban areas using Copernicus Climate Change Service Era 5 reanalysis and collected microclimatic data. *International Journal of Biometeorology*. doi:10.1007/s00484-024-02639-z
- Simon, D., Vora, Y., Sharma, T., & Smit, W. (2021). Responding to climate change in small and intermediate cities: Comparative policy perspectives from India and South Africa. *Sustainability*, p. 2382. doi:10.3390/su13042382
- Siriporananon, S., & Visuthismajarn, P. (2018). Key success factors of disaster management policy: A case study of the Asian cities climate change resilience network in Hat Yai city, Thailand. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, pp. 269-276. doi:10.1016/j.kjss.2018.01.005
- Smaliychuk, A., & Latocha-Wites, A. (2023). Climate change adaptation policy and practice: Case study of the major cities in Poland. *Cities*, p. 104474. doi:10.1016/j.cities.2023.104474
- Sotto, D. (2013). Anais do II Congresso Nacional da Federação de Pós-Graduandos em Direito - FEPODI. *Fórum de Direito Urbano e Ambiental*, pp. 638-644. Acesso em 5 de dez. de 2024
- Sotto, D., Arlindo Philippi, J., Yigitcanlar, T., & Kamruzzaman, M. (2019). Aligning urban policy with climate action in the global south: Are Brazilian cities considering climate emergency in local planning practice? *Energies*, p. 3418. doi:doi.org/10.3390/en12183418

- Storbjörk, S., Hjerpe, M., & Glaas, E. (2024). Ten Swedish early adopter cities navigating climate adaptation policy-implementation in the urban built environment. *Environmental Science & Policy*, p. 103842. doi:10.1016/j.envsci.2024.103842
- Tabucanon, A., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2021). Assessment and mitigation of tangible flood damages driven by climate change in a tropical city: Hat Yai Municipality, southern Thailand. *Science of The Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.147983
- Tapia, C., Abajo, B., Feliu, E., Mendizabal, M., Martinez, J., Fernández, J., . . . Lejarazu, A. (2017). Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities. *Ecological indicators*. doi:10.1016/j.ecolind.2017.02.040
- Teixeira, R., & Pessoa, Z. (2021). Urban planning and climate adaptation: between possibilities and challenges in two major Brazilian cities. *Revista Brasileira de Estudos de População*. doi:10.20947/S0102-3098a0165
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*. Acesso em 4 de dez. de 2024
- Truong, D., Dat, T., Hang, N., & Huan, L. (2022). Vulnerability assessment of climate change in Vietnam: a case study of Binh Chanh District, Ho Chi Minh City. *Frontiers in Environmental Science*. doi:10.3389/fenvs.2022.880254
- Vaghefi, S., Muccione, V., Neukom, R., Huggel, C., & Salzmänn, N. (2022). Future trends in compound concurrent heat extremes in Swiss cities - An assessment considering deep uncertainty and climate adaptation options. *Weather and Climate Extremes*. doi:10.1016/j.wace.2022.100501
- Van Leeuwen, C., Koop, S., & Sjerps, R. (2016). City Blueprints: baseline assessments of water management and climate change in 45 cities. *Environment, Development and Sustainability*, pp. 1113-1128. doi:10.1007/s10668-015-9691-5
- Wallace, B. (2017). A framework for adapting to climate change risk in coastal cities. *Environmental Hazards*, pp. 149-164. doi:10.1080/17477891.2017.1298511
- Wei, M., Xu, J., & Wang, Y. (2022). Resilience Assessment of Traffic Networks in Coastal Cities under Climate Change: A Case Study of One City with Unique Land Use Characteristics. *Land*, p. 1834. doi:10.3390/land11101834
- Wiktorowicz, J., Babaeff, T., Breadsell, J., Byrne, J., Eggleston, J., & Newman, P. (2018). WGV: An Australian Urban Precinct Case Study to Demonstrate the 1.5 °C. *Urban Planning*.

- Xu, K., Zhuang, Y., Bin, L., Wang, C., & Tian, F. (2023). Impact assessment of climate change on compound flooding in a coastal city. *Journal of Hydrology*, p. 129166. doi:10.1016/j.jhydrol.2023.129166
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Foth, M., Sabatini-Marques, J., da Costa, E., & Ioppolo, G. (2019). Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable cities and society*. doi:10.1016/j.scs.2018.11.033
- Yin, R. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Bookman Editora Ltda. . Acesso em 4 de dez. de 2024
- Yulia, Y., & Arlianda, R. (2020). Climate resilience and policy transfer in Semarang City, Indonesia. *Etropic: Electronic Journal Of Studies In The Tropics*, pp. 143-171. doi:10.25120/etropic.19.2.2020.3767
- Zengerling, C., Sotto, D., & Fuo, O. (2022). Cities and climate change mitigation law from a polycentric and comparative perspective. *Research Handbook on Climate Change Mitigation Law*. doi:10.4337/9781839101595.00024

APÊNDICE A – ARTIGOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Nº	Artigo	Critério
1	(Adu-Boateng, 2015)	R2
2	(Aguiar <i>et al.</i> , 2019)	R1
3	(Ahmed <i>et al.</i> , 2022)	R2
4	(Allarané <i>et al.</i> , 2024)	R2
5	(Almulhim & Cobbinah, 2024)	R1
6	(An, Butz, & Mitchell, 2022)	R1
7	(Araos <i>et al.</i> , 2016)	R1
8	(Avashia & Garg, 2020)	R1
9	(Barbi, 2021)	R2
10	(Broto, Boyd, & Ensor, 2015)	R1
11	(Cai, Page, & Cvetkovic, 2021)	R2
12	(Chen & Wang, 2024)	R1
13	(Chitsa <i>et al.</i> , 2022)	R1
14	(Chu, Schenk, & Patterson, 2018)	R2
15	(Cruz <i>et al.</i> , 2023)	R2
16	(Dai, Wörner, & van Rijswick, 2018)	R2
17	(de Beeck, den Heijer, & Coppens, 2024)	R1
18	(Elisa Sainz, Galarraga, & Olazabal, 2021)	R2
19	(De Noia <i>et al.</i> ,)	R1
20	(Desthieux & Joerin, 2022)	R2
21	(Dolman <i>et al.</i> , 2020)	R1
22	(Eckersley, 2017)	R1
23	(Eliška <i>et al.</i> , 2018)	R2
24	(Estrada, Botzen, & Tol, 2017)	R1
25	(Fernández-Nóvoa <i>et al.</i> , 2022)	R3
26	(Fiack & Kamieniecki, 2017)	R2
27	(Filho <i>et al.</i> , 2018)	R1
28	(Gandini <i>et al.</i> , 2021)	R1
29	(Göpfert, Wamsler, & Lang, 2019)	R2

Nº	Artigo	Critério
30	(Göpfert, Wamsler, & Lang, 2019)	R2
31	(Grafakos <i>et al.</i> , 2019)	R2
32	(Grażyna, 2022)	R3
33	(Grip, Haghighatafshar, & Aspegren, 2021)	R3
34	(Hiscock <i>et al.</i> , 2017)	R1
35	(Hofmann <i>et al.</i> , 2015)	R2
36	(Hughes, 2020)	R2
37	(Hutter & Otto, 2017)	R2
38	(Huynh, Do, & Dao, 2020)	R2
39	(Imani <i>et al.</i> , 2022)	R1
40	(Irwin, 2024)	R2
41	(Iturriza <i>et al.</i> , 2020)	R1
42	(Jinxuan & Foley, 2023)	R2
43	(Kalafatis, 2018)	R2
44	(Kalafatis, 2020)	R1
45	(Kang, 2023)	R2
46	(Kang <i>et al.</i> , 2021)	R1
47	(Khatibi <i>et al.</i> , 2024)	R1
48	(Klein <i>et al.</i> , 2018)	R2
49	(Kumar & Geneletti, 2015)	R3
50	(Kumar <i>et al.</i> , 2016)	R1
51	(Laino <i>et al.</i> , 2024)	R1
52	(Le, 2023)	R1
53	(Li, Song, & Peng, 2021)	R2
54	(Liang, 2021)	R2
55	(Liang <i>et al.</i> , 2020)	R1
56	(Lomba-Fernández, 2020)	R1
57	(Lompi, Mediero, & Caporali, 2021)	R1
58	(Marí-Dell’Olmo <i>et al.</i> , 2022)	R1
59	(Marino <i>et al.</i> , 2024)	R2
60	(Marzouk, Attia, & Azab, 2021)	R2
61	(Mhedhbi <i>et al.</i> , 2022)	R1

Nº	Artigo	Critério
62	(Mukhlis & Perdana, 2022)	R2
63	(Mumtaz, 2024)	R1
64	(Muñoz-Pizza, Sanchez-Rodriguez, & Gonzalez-Manzano, 2023)	R1
65	(Nematchoua, Orosa, & Reiter, 2019)	R1
66	(Nyashilu, Kiunsi, & Kyessi, 2023)	R1
67	(Ordóñez & Duinker, 2015)	R1
68	(Orsi, 2023)	R2
69	(Othman <i>et al.</i> , 2023)	R2
70	(Piana <i>et al.</i> , 2020)	R1
71	(Pei <i>et al.</i> , 2022)	R1
72	(Potter, 2020)	R2
73	(Puntub & Stefan, 2022)	R2
74	(Rayan, Gruehn, & Khayyam, 2022)	R1
75	(Rusmadi, Hadi, & Purnaweni, 2017)	R1
76	(Scheuer, Haase, & Volk, 2017)	R1
77	(Serra <i>et al.</i> , 2022)	R1
78	(Shao <i>et al.</i> , 2024)	R1
79	(Silva <i>et al.</i> , 2024)	R1
80	(Simon <i>et al.</i> , 2021)	R1
81	(Siriporananon & Visuthismajarn, 2018)	R3
82	(Smaliychuk & Latocha-Wites, 2023)	R2
83	(Storbjörk, Hjerpe, & Glaas, 2024)	R2
84	(Tabucanon, Kurisu, & Hanaki, 2021)	R2
85	(Tapia <i>et al.</i> , 2017)	R2
86	(Teixeira & Pessoa, 2021)	R2
87	(Truong <i>et al.</i> , 2022)	R1
88	(Vaghefi <i>et al.</i> , 2022)	R1
89	(Van Leeuwen, Koop, & Sjerps, 2016)	R2
90	(Wallace, 2017)	R2
91	(Wei, Xu, & Wang, 2022)	R1
92	(Xu <i>et al.</i> , 2023)	R2
93	(Yulia & Arlianda, 2020)	R1

APÊNDICE B – LISTA DE VERIFICAÇÃO PRISMA

Section/topic	#	Checklist item	Location(s) Reported
Title			
Title	1	Identify the report as a systematic review	Não aplicado
Abstract			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist	Resumo
Introduction			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	Metodologia
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	Objetivo específico 1
Methods			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses	Subseção 3.1
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	Subseção 3.1
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	Subseção 3.1
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Subseção 3.1
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any	Subseção 3.1

Section/topic	#	Checklist item	Location(s) Reported
		processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	Subseção 3.1
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	Subseção 3.1
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Subseção 3.1
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results	Não aplicado
Synthesis methods	13aa	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	Subseção 3.1
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	Subseção 3.1
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	Subseção 3.1
	13d	Describe any methods used to synthesise results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis	Subseção 3.1

Section/topic	#	Checklist item	Location(s) Reported
Reporting bias assessment		was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, metaregression).	Não aplicado
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesised results.	Não aplicado
	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	Não aplicado
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome	Não aplicado
Results			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram (see fig 1).	Subseção 3.1
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	Subseção 3.1
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics	Apêndice A
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	Não aplicado
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	Capítulo 4
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	Não aplicado

Section/topic	#	Checklist item	Location(s) Reported
Reporting biases	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	Capítulo 4
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	Capítulo 4
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesised results.	Capítulo 4
	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	Não aplicado
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed	Não aplicado
Discussion			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	Capítulo 4
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	Capítulo 6
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	Capítulo 6
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	Capítulo 6
Other information			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	Capítulo 6
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	Capítulo 6
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	Capítulo 6
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review	Capítulo 6

Section/topic	#	Checklist item	Location(s) Reported
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors	Não aplicado.
Availability of data, code, and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review	Apêndice A

Adaptado de Page *et al.*, 2021.