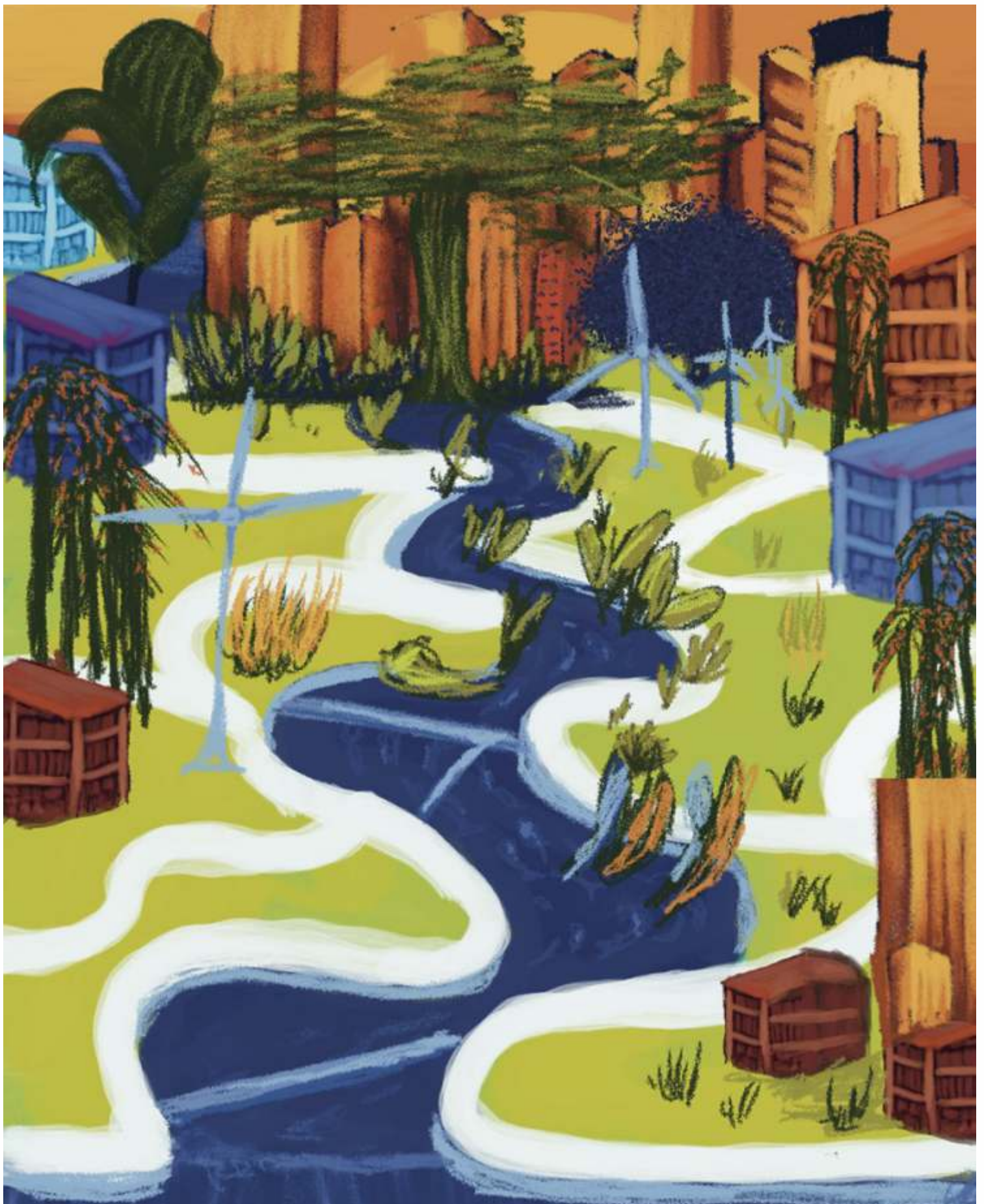




CIDADES VERDES-AZUIS RESILIENTES



**SIMA
CLIM**

A capa deste relatório foi criada por Wira Tini

Wira Tini, artista visual, apresenta em seu trabalho as perspectivas do povo Kokama, do qual é descendente, e da cultura nortista, conectando saberes tradicionais com abordagens contemporâneas. Sua produção evidencia diferentes concepções e tensionamentos com o senso comum. Em suas obras, Tini mobiliza saberes ancestrais, questões ambientais e a vivência urbana, ampliando o horizonte cultural do público. Natural de Manaus (AM), participou de diversas exposições e festivais de arte urbana em várias cidades do Brasil, além de colaborar com marcas e organizações. É idealizadora do Graffiti Queens, um dos primeiros festivais de arte urbana voltado exclusivamente para mulheres, e da Revista Graffiti Queens, que destaca nomes relevantes da arte urbana nacional e internacional.



**SIMA
CLIM**

CIDADES VERDES-AZUIS RESILIENTES

2025



Relatório de Síntese

Cidades Verdes-Azuís Resilientes

Autor principal coordenador:

Maria Fernanda Lemos (PUC-Rio)

Autores principais:

Bruna Fatiche Pavani (IIS)
Carlos Maurício Fonseca Guerra (MMA)
Carola Hein (TU Delft)
Cecília Polacow Herzog (SocialSeeds)
Chris Zevenbergen (IHE Delft)
Cláudio Carrera Maretti (ICLEI)
Hannah Arcuschin Machado (INSPER)
Inamara Santos Melo (MMA)
Koen Olthuis (Waterstudio)
Letícia Sabino (Instituto Caminhabilidade)
Luiza Bezerra Ribeiro (Rede Clima)
Maria Christina Barbosa de Araújo (UFPE)
Maria de Jesus de Britto Leite (UFPE)
Maurício Lamano Ferreira (USP)
Natália Cristina de Oliveira (USP)
Mila Avellar Montezuma Carneiro da Cunha (Rede Clima)
Osvaldo Moura Rezende (UFRJ)
Paula Freire Santoro (USP)
Paulo Renato Mesquita Pellegrino (USP)
Raiza Gomes Fraga (CGEE)
Raquel Azevedo da Cruz (PUC-Rio)
Roberto Montezuma Carneiro da Cunha (UFPE)
Taneha Bacchin (TU Delft)
Virgínia de Carvalho Leal (UFPE)

Autores revisores:

Moacyr Cunha de Araujo Filho (UFPE)
Ronaldo Adriano Christofolletti (UNIFESP)



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Resiliência climática em cidades
brasileiras autores principais e
[coordenadores Maria Fernanda Lemos] -
- 1. ed. -- Recife : Edições Saint Exupery,
2025. -- (Relatórios de Síntese SIMACLIM ;
1)

Vários autores.
Bibliografia
ISBN 978-65-988223-7-8

1. Cidades - Aspectos ambientais 2. Conservação
da natureza 3. Desenvolvimento sustentável - Brasil
4. Mudanças climáticas - Aspectos socioambientais
5. Meio ambiente - Conservação 6. Planejamento
urbano - Brasil 7. Proteção ambiental I. Lemos, Maria
Fernanda II. Série.

25-290169

CDD-307.76

Índices para catálogo sistemático:

1. Cidades brasileiras : Sociologia urbana 307.76
Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
01 SISTEMAS URBANOS	9
02 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA CIDADES RESILIENTES AO CLIMA	81
03 POLÍTICA PÚBLICA: GOVERNANÇA, FINANCIAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA CIDADE VERDE-AZUL RESILIENTE	102
04 CONCLUSÃO	132
REFERÊNCIAS	144



INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO

O enfrentamento da emergência climática exige: (a) ação coordenada (entre atores, setores, escalas e, principalmente, entre as ações e resultados esperados, no tempo e no território, evitando concorrência indesejada e não planejada, efeitos negativos colaterais sobre o sistema e potencializando resultados); (b) planejamento em longo prazo e flexível (como meio eficaz para coordenar ações e lidar com o nível de incerteza imposto pela mudança climática); e (c) governança inclusiva (visando à justiça climática e ao controle de danos resultantes de “maladaptação”), multiescala (tendo em vista que os desafios de adaptação dos sistemas urbanos — em transporte, saneamento, abastecimento de água, fluxos humanos, economia, para citar alguns exemplos - e naturais — sistemas ecológicos, verdes-azuis — extrapolam limites administrativos, políticos e territoriais em geral) e intersetorial (considerando a indissociabilidade dos múltiplos sistemas que integram as cidades); além de (d) cooperação entre a comunidade científica, governos, empresas, instituições não governamentais e a sociedade em geral, com toda a sua diversidade e seus múltiplos saberes. Exige, também, que se garanta a integridade dos sistemas ecológicos e que se promova uma “adaptação transformativa” (conceito-chave para alcançar resiliência, como será discutido neste relatório) dos sistemas humanos (dentre eles, os sistemas urbanos), para que se possa alcançar um padrão de “desenvolvimento resiliente ao clima” (igualmente, um conceito-chave), capaz de superar o estado atual, predominante, de reprodução de vulnerabilidades e riscos sócio-climáticos impostos a esses sistemas, principalmente pela manutenção e até ampliação da desigualdade socioeconômica e seus reflexos sobre eles.

Ciente do enorme desafio que esse contexto representa para a construção da resiliência sócio-climática em cidades, e visando a apoiar governos, mas também iniciativas privadas na ação climática, este relatório de síntese de conhecimento científico e tecnológico reúne e avalia conhecimento atualizado sobre temas-chave em diversos setores da gestão e planejamento urbanos para a construção de cidades verdes-azuis resilientes no contexto da mudança do clima. O suporte que este relatório almeja fornecer se baseia no entendimento de que o conhecimento científico e tecnológico — que deve ser equilibrado e combinado com o conhecimento popular, tradicional e hiper diverso, na prática — é a base para a tomada de decisão responsável, visando a uma adaptação transformativa,



consistente, robusta e justa das cidades, no contexto da emergência climática.

Para potencializar seus objetivos, o presente relatório, além de se debruçar sobre os setores-chave de planejamento urbano, inclui também um olhar sobre os temas que o governo nacional brasileiro prioriza no Programa Cidades Verdes Resilientes (PCVR), entendendo que tal alinhamento potencializa a contribuição da comunidade científica e deste relatório para a ação prática do governo brasileiro, facilitando a apropriação e aplicação deste conhecimento.

Sendo assim, o relatório foi estruturado em três partes principais. A primeira seção (1. Sistemas Urbanos Resilientes à Mudança Climática) inicia-se apresentando o que a ciência vem evidenciando como condição para o alcance de um estado de resiliência e justiça em cidades, que é a priorização de formas de adaptação transformativas, com enfrentamento direto da desigualdade sócioeconômica e climática que, imprimem características nos sistemas urbanos que ampliam e mantêm a reprodução de vulnerabilidades e riscos sócio-climáticos nas cidades (1.1. Vulnerabilidade Sócio-climática, Desigualdade e Adaptação Transformativa).

Em seguida, ainda na primeira seção, trata-se dos sistemas urbanos em algumas das áreas críticas mais relevantes para a gestão e planejamento territoriais (Áreas naturais; Uso e ocupação do solo; Mobilidade e transporte; Infraestrutura e saneamento; Habitação social e informalidade; Saúde e bem-estar humano), apresentando inicialmente um diagnóstico geral de riscos sócio-climáticos e desafios e oportunidades para adaptação (1.2. Compreendendo os Sistemas Urbanos na Mudança do Clima) e, em seguida, as soluções que vêm sendo aplicadas e discutidas para enfrentamento dos principais desafios nos processos de adaptação, numa abordagem igualmente setorial (1.3. Planejamento e Projeto de Sistemas Urbanos Resilientes).

A segunda seção (2. Soluções Baseadas na Natureza para Cidades Resilientes ao Clima) aprofunda especificamente abordagens adaptativas em soluções baseadas na natureza (SbN), de forma alinhada com o interesse desta abordagem para a construção de resiliência urbana por meio da reintegração (necessária e urgente) dos sistemas humanos (urbanos) e naturais.



Já a terceira seção (3. Política Pública: Governança, Financiamento e Implementação da Cidade Verde-Azul Resiliente) aborda diretamente os temas transversais do PCVR que se debruçam sobre estratégias de governança, financiamento e implementação de ações para resiliência urbana, tendo em vista o caráter condicionante que uma governança robusta e inclusiva, assim como meios de financiamento e implementação eficazes, têm para o sucesso da grande meta de transformação das cidades brasileiras em territórios amplamente resilientes e justos frente à emergência climática.

O relatório finaliza com uma breve conclusão que, mais uma vez, sintetiza os principais destaques do relatório, em cada tema, resume os principais desafios para consolidação de sistemas urbanos resilientes, as soluções promissoras que vêm sendo adotadas, assim como lacunas de conhecimento para fomento de pesquisas futuras. Dessa forma, esperamos que o relatório possa efetivamente contribuir para dar segurança e incentivo à tomada de decisão e à ação transformativa das cidades brasileiras rumo à resiliência e à justiça climática.

1

SISTEMAS URBANOS



SISTEMAS
URBANOS

1. SISTEMAS URBANOS

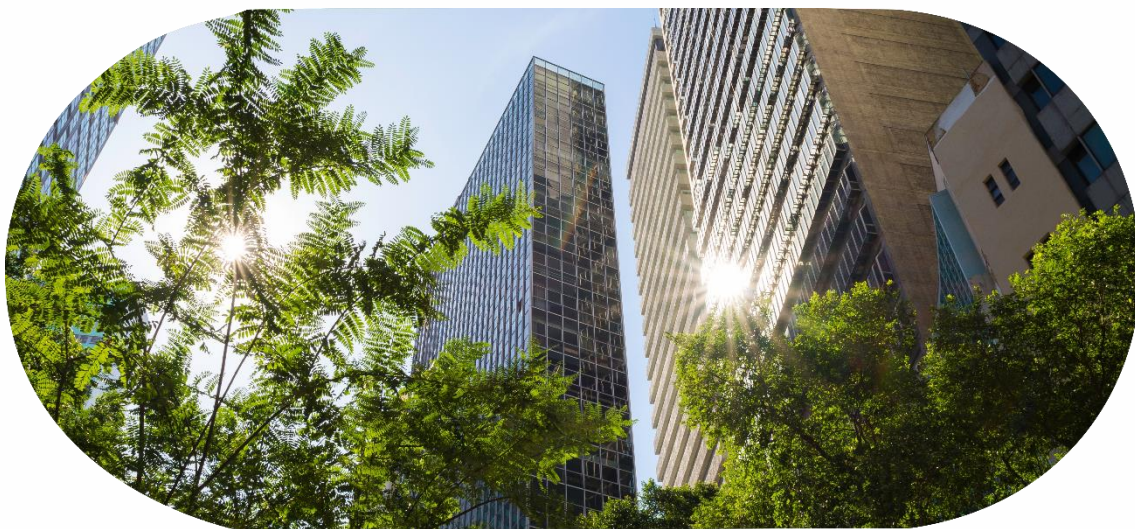
1.1. Vulnerabilidade Sócio-climática, Desigualdade e Adaptação Transformativa

O fenômeno global de mudança do clima acarreta um conjunto de ameaças para os sistemas ecológicos e humanos (cidades, por exemplo), como secas prolongadas, tempestades, a elevação do nível médio do oceano, dentre outras (IPCC, 2022) que, na interação com esses sistemas, podem causar impactos negativos, perdas e danos (Boyd et al., 2021), a depender das suas condições de vulnerabilidade e resiliência (IPCC, 2018; Raju et al., 2022). Os desastres, portanto, não acontecem por causa do evento climático, mas pela interação de um evento climático com as condições de vulnerabilidade do sistema. A vulnerabilidade do sistema é, então, o fator determinante (Raju et al., 2022).

O maior desafio que essa constatação coloca para a construção de cidades resilientes é que a vulnerabilidade sócio-climática nas cidades tem como vetor crítico a desigualdade socioeconômica (Schpper, 2020) e o conjunto de reflexos que ela impõe ao território. Desta forma, pobreza, informalidade, fragmentação sócio-territorial, marginalização de grupos sociais nas arenas decisórias, má distribuição de recursos e serviços urbanos, e um conjunto de injustiças e riscos que caracterizam a maior parte das cidades, principalmente grandes e megacidades, no Brasil e no mundo, são alguns desses reflexos da desigualdade sobre o território que definem um padrão de urbanização insustentável e não resiliente (Lemos, 2022). Esse padrão se reproduz predominantemente em grandes e megacidades do sul global, mas, também, em parte expressiva das cidades médias. No Brasil, aproximadamente 30% da população está vivendo em cidades com mais de 500.000 habitantes (Brasil, 2024), dentro, portanto, da influência desse padrão insustentável.

A interrupção da reprodução desse padrão de urbanização é condicionante da resiliência urbana. A relação entre a desigualdade, o padrão de urbanização predominante no sul global e a vulnerabilidade sócio-climática é particularmente relevante no contexto brasileiro, já que o país é, atualmente, o sexto mais desigual do mundo — com base no coeficiente de GINI (WPR, 2025).

Se a vulnerabilidade sócio-climática tem a desigualdade como propulsora, a construção de uma cidade que seja resiliente, de forma contundente e duradoura, depende dos resultados das medidas adaptativas adotadas sobre a desigualdade. Por este motivo, diversos pesquisadores na área de adaptação climática vêm discutindo a importância da priorização da adaptação transformativa (Fedele et al., 2019) — que, de acordo com o IPCC (2022, p. 2899) é a “adaptação que altera os atributos fundamentais de um sistema socioecológico em antecipação às mudanças climáticas e seus impactos” em relação à adaptação incremental, que mantém os atributos do sistema, (IPCC, 2022). Isso não significa, entretanto, que ações incrementais, em alguns casos, não sejam necessárias e até desejáveis (Fedele et al., 2019). No mesmo sentido, a ciência vem alertando para as consequências negativas (na maior parte das vezes são consequências não intencionais) do que se entende como maladaptação (Schipper, 2020; IPCC, 2022), muito presente dentre as formas de adaptação em várias regiões do mundo hoje (O’Neil et al., 2022; IPCC, 2023) e que, segundo o IPCC (2022), são “ações que podem levar a um aumento do risco de resultados adversos relacionados com o clima (...), aumento ou alteração da vulnerabilidade às alterações climáticas, resultados mais injustos ou diminuição do bem-estar, agora ou no futuro”.



O entendimento da adaptação transformativa como prioridade, visando à redução da desigualdade e a ampliação de justiça climática (Malcolm et al., 2021), com priorização dos grupos mais vulneráveis (Pelling, 2019), associado à necessidade de evitar maladaptação (Fedele et al., 2019; Schipper, 2020), disparam um alerta importante para os processos de tomada de decisão e formulação de políticas, programas, planos e projetos para resiliência, porque, considerando



os argumentos ora apresentados, nenhuma ação, nem mesmo o plantio de uma árvore, será necessariamente positiva para a resiliência em longo prazo (Anguelovski, 2020). Apenas com estudos preditivos dos efeitos de cada ação sobre a desigualdade, caso a caso — já que a vulnerabilidade é sempre local-específica —, pode ampliar as chances de uma adaptação realmente transformativa, evitando reprodução ou transferência de vulnerabilidade e ampliação dos riscos que se almeja reduzir (Amorim-Maia, 2022).

Formas de adaptação transformativas são indispensáveis também para a promoção da justiça climática, já que os impactos de eventos climáticos na interação com os sistemas humanos são sentidos desproporcionalmente pelos mais pobres e populações marginalizadas, dada sua vulnerabilidade ampliada (IPCC, 2018; Pelling, et al., 2019; Malcolm et al., 2021; IPCC, 2023). A distribuição muito desigual e injusta de exposição — por exemplo, quando populações sem acesso à habitação ocupam informalmente as várzeas dos rios, morros e zonas costeiras próximas à linha de maré —, vulnerabilidade — aumentada, por exemplo, pelas condições de precariedade habitacional, falta de recursos para adaptação, falta de acesso a arenas decisórias, para citar apenas poucos componentes de sensibilidade e capacidade adaptativa que definem a alta vulnerabilidade dos pobres urbanos — e a distribuição desigual de riscos — como resultante da ameaça incidente sobre o que está exposto e sua vulnerabilidade — leva a impactos diferenciados tanto em escala global (sul e norte global) quanto em escala local (ricos e pobres; áreas formais e áreas informais; centros e periferias dentre outras) (Malcolm et al., 2021).

Soma-se a isso que, a cada momento, o aquecimento global progride e, a cada grau de aquecimento médio atmosférico no futuro, maiores serão os desafios para a resiliência, seja pelo aumento exponencial dos riscos (IPCC, 2018), seja porque muitas das opções de adaptação deixam de estar disponíveis, limitando os caminhos de adaptação inicialmente existentes. Isso acontece porque, em um processo de longo prazo, interferências externas (econômicas, tecnológicas, desastres climáticos, dentre outras) podem eliminar determinadas opções de adaptação que ainda existem quando se traça o caminho, impedindo a sua execução no momento planejado e exigindo uma mudança de rota (Schipper, 2022). Com isso, a flexibilidade se torna um atributo fundamental do sistema de planejamento, para que desvios e correções de rota sejam possíveis ao longo do tempo.



Assim, sempre que a adaptação é adiada, se torna mais difícil garantir que haja tempo suficiente para implementação de processos de adaptação plenamente preventiva e transformativa (IPCC, 2022). Isso amplia a probabilidade de que se instaure um ciclo sem fim de intervenções incrementais cujos resultados entram em obsolescência rapidamente, exigindo novos investimentos, assim como amplia a chance de maladaptação, tornando os mais vulneráveis cada vez mais vulneráveis e, com isso, o sistema todo mais vulnerável — sendo a cidade um sistema, ela é integralmente afetada pela disfuncionalidade ou colapso de qualquer uma de suas partes (territórios ou subsistemas: uso do solo; mobilidade e transporte; áreas verdes; infraestrutura, etc.).

A adaptação é adiada, dentre muitas razões, porque carências básicas frequentemente se impõe, drenando recursos dos governos nos países menos ricos (Cavazos et al., 2024). Evidentemente essas carências, principalmente de habitação, saneamento, transporte, saúde e educação, que são vinculadas ao contexto de desigualdade e ao padrão de urbanização insustentável já mencionado, são também fatores de ampliação de vulnerabilidade, o que, de fato, lhes confere enorme relevância. Carências em habitação, saneamento e transporte, tem efeitos diretos sobre a componente “sensibilidade” da vulnerabilidade, enquanto saúde e educação tem efeitos diretos sobre a sua componente “capacidade adaptativa”. Entretanto, não há oposição entre o investimento nestas prioridades e o investimento em adaptação. Se as intervenções nessas áreas são feitas utilizando parâmetros adaptativos, principalmente no que se refere a intervenções em infraestrutura e construção civil, a adaptação pode andar em paralelo, reduzindo o atraso, ou, pelo menos, evitando que o modelo de urbanização insustentável e não resiliente se perpetue. Isso exige revisão e atualização de planos, leis, regras de construção, associado à aplicação de instrumentos urbanísticos disponíveis.

Por fim, a adaptação transformativa depende também, em grande parte, da capacidade de uma governança integrada, multiescala, multisetorial e principalmente inclusiva e atenta aos desafios interseccionais de justiça climática (Amorim-Maia et al., 2022; Cavazos, 2024), dando voz aos grupos vulnerabilizados na tomada de decisão (Schipper, 2020) e integrando e apoiando efetivamente iniciativas de adaptação baseadas na comunidade (Perkins, 2019). Do contrário, os privilégios dos grupos se perpetuam pela adoção de ações que mantém a reprodução do modelo de desenvolvimento e urbanização



desigual que deixa os excluídos cada vez mais excluídos. Isso coloca enorme importância no desenvolvimento de estruturas de governança climática inclusiva e mecanismos de participação efetiva de todos nos processos decisórios.

1.2. Compreendendo os Sistemas Urbanos na Mudança do Clima

1.2.1. Áreas Naturais

Áreas naturais são consideradas os espaços livres de edificação onde há predominância de vegetação ou corpos d'água, sendo respectivamente denominadas áreas verdes e azuis. Preferencialmente, elas abrigam biodiversidade nativa (como espécies vegetais, animais, fungos e bactérias que realizam processos ecossistêmicos importantes), tanto nos ecossistemas aquáticos quanto terrestres. Elas podem ser áreas protegidas, conforme sejam áreas legalmente ou legitimamente reconhecidas como espaços criados e geridos para a conservação da natureza, ou conservadas, criadas com outros propósitos, mas que apresentam ecossistemas naturais em estado compatível com esta classificação. Apesar de muitas vezes consideradas de forma isoladas, as áreas naturais se potencializam em sistemas interligados, promovendo fluxo gênico (i.e., capacidade das espécies se movimentarem dentro da área verde urbana), complementaridades e gestão integrada entre os diferentes fragmentos. As áreas naturais têm suas aptidões ecológicas ressaltadas quando ocorre uma boa governança participativa, especialmente considerando critérios de garantia de direitos, justiça e equidade (Iclei, 2022; Maretti et al., 2022; 2023).

No processo de urbanização, muitas cidades acabam não priorizando evitar a ocupação de áreas com potencial de integrarem o sistema de espaços verdes-azuis (Almeida e Nunes, 2018; Guirao et al., 2021; Marengo et al., 2024). Depois de ocupadas, torna-se um enorme desafio a reconversão dessas áreas em áreas naturais. Segundo Corrêa (1995), os espaços livres de edificação, com diferentes graus de conservação e densidade vegetal, representam uma das poucas alternativas territoriais ainda disponíveis nas cidades, mas que, por não terem sido edificadas por razões legais, econômicas, culturais ou de acessibilidade, tornam-se frequentemente alvo de disputas entre interesses diversos — como os de vizinhança, do mercado imobiliário, da infraestrutura rodoviária ou de outros setores que disputam o controle do uso do solo urbano. Soma-se a isso que os governos responsáveis, como um ator decisivo na mediação desses interesses

divergentes, nem sempre advogam em favor dos interesses coletivos (Portney & Berry, 2016).

Nas cidades brasileiras, que se desenvolvem sobre uma base de desigualdade socioeconômica e territorial, as populações mais pobres e vulnerabilizadas frequentemente são forçadas a ocupar áreas de risco, como as várzeas dos rios e encostas, muitas vezes com riscos de inundação e deslizamento, respectivamente (Iclei, 2022; Maretti et al., 2022).

O impacto da ausência, escassez ou degradação ecológica de um sistema robusto de áreas verdes-azuis integrado ao sistema urbano tem consequências perversas não apenas na qualidade ambiental da cidade, mas na qualidade de vida da população em geral, assim como na sua saúde e bem-estar físico e mental (Guimarães et al., 2021; Maretti, 2022).

As revisões legais têm sistematicamente reduzido as restrições a esse modelo insustentável de ocupação no Brasil (alterações no Código Florestal e posteriormente na própria Lei da Vegetação Nativa) (Brasil, 1965, 2012a, 2021a; Agência Senado, 2021; Antunes, 2022; Fasolo, 2022; Dino, 2022). Igualmente, um padrão de planejamento urbano predominante nas cidades brasileiras se mostra negligente em relação à necessidade de proteção dos ecossistemas de água doce nas bacias hidrográficas ocupadas, que são de interesse para o próprio abastecimento de água nas cidades (Carvalho et al., 2020; Carvalho & Silva, 2018; Donato, 2020). Estudo comparativo entre as metrópoles de São Paulo e Cidade do México demonstra que a expansão urbana tem provocado alterações profundas e irreversíveis nos sistemas naturais dessas bacias, com a supressão da vegetação nativa, impermeabilização do solo e intensa ocupação das várzeas, comprometendo não apenas o equilíbrio hidrológico, mas também a capacidade de abastecimento e regulação dos fluxos hídricos urbanos (Lima et al., 2023).

No contexto da mudança climática antropogênica, com aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, e os riscos a ela associados (IPCC, 2021), a presença de áreas naturais nas cidades e a integração entre os sistemas urbanos e verdes-azuis tornam-se estratégicos para enfrentamento desses riscos, por diversos motivos: (1) áreas naturais permitem a infiltração de água no solo, e áreas urbanas muito impermeáveis são mais propensas a alagamento em eventos de chuva forte (as águas escoam com muita velocidade até os pontos mais baixos, onde acumulam) (Saraswat et al., 2016); (2) inversamente, a canalização, retificação ou outras técnicas de

condicionamento da água, somadas à retirada da vegetação ao longo de cursos d'água, transferem para jusante os problemas de acúmulo maior e mais rápido de água, ao mesmo tempo em que viabilizam a ocupação de áreas de várzea, aumentando ainda mais o risco para bens e populações localizados nestas áreas que ficam sujeitas a inundações (Vieira & Bustamante, 2021); (3) as ocupações de encostas, não raro tecnicamente inadequadas às condições de relevo e tipo de solo, geram instabilidades que aumentam a probabilidade de deslizamentos, enquanto as condições originais dessas encostas, normalmente vegetadas, as mantêm mais estáveis (Vieira & Bustamante, 2021); (4) as “ilhas de calor” urbanas são provocadas pela excessiva radiação dos materiais utilizados em altas densidades construtivas (de cimento ou concreto, asfalto ou similares), enquanto a vegetação em áreas urbanas, seja a arborização viária ou a vegetação em praças, parques e áreas preservadas fornecem sombra e irradiam pouco calor, ajudando a reduzir a temperatura de seu entorno imediato (Oliveira & Andrade, 2007); (5) áreas verdes na cidade colaboram para melhoria da qualidade do ar (com filtragem e renovação do ar), reduzindo o acúmulo de poluentes. (Edeigba et al., 2024) além de se considerar que vegetações costeiras como restingas e manguezais também amortecem os impactos das ressacas marinhas; (6) a falta de proteção dos corpos d'água e das bacias hidrográficas de forma integral pode provocar redução na disponibilidade de água para abastecimento das cidades, além de descontrole nos fluxos de água no território urbano e, com isso, uma série de riscos à economia, segurança, saúde e o ambiente construído (Lima et al., 2023).





Frente aos desafios impostos pela mudança do clima e do crescimento urbano acelerado, a preservação e integração estratégica das áreas naturais nos sistemas urbanos e periurbanos emergem como componentes essenciais para a adaptação das cidades. A adaptação baseada em ecossistemas (AbE) desempenha um papel central ao integrar a proteção, o manejo sustentável e a restauração dos ecossistemas para reduzir vulnerabilidades climáticas, ao mesmo tempo em que promove benefícios como a conservação da biodiversidade e a mitigação dos impactos climáticos (IPCC, 2022). A infraestrutura verde-azul, quando planejada estrategicamente, contribui para a conectividade ecológica, reduz os efeitos de ilhas de calor urbanas e melhora a qualidade e quantidade de água, minimizando riscos de inundações e estresse hídrico (Hegetschweiler et al., 2017; Lima et al., 2023). Exemplo disto são as vegetações costeiras, como restingas e manguezais, com seu importante papel na proteção de áreas litorâneas, e que deveriam fazer parte da paisagem natural nas cidades litorâneas e usualmente são removidas nos processos de urbanização, mesmo estando protegidas por legislação.

No entanto, a priorização de soluções baseadas na natureza (SbN) no planejamento urbano ainda enfrenta barreiras institucionais, econômicas e sociais, resultando na aplicação fragmentada dessas estratégias (Maretti et al., 2022; 2023). Além disso, a implementação dessas soluções muitas vezes ocorre de forma desigual, favorecendo bairros mais privilegiados e contribuindo para processos de gentrificação, o que reforça desigualdades socioespaciais e limita a universalização dos benefícios ambientais e sociais proporcionados por essas intervenções (Maretti, 2024a). Assim, a efetividade da infraestrutura verde-azul, da AbE e das SbN depende de uma governança participativa e equitativa, que garanta a democratização do acesso a esses espaços e a construção de cidades mais resilientes e inclusivas. Dentre tais exemplos se destaca a gestão para o planejamento da infraestrutura verde, como por exemplo, planos municipais de arborização urbana.

Arborização urbana



As florestas urbanas, compostas pela arborização urbana de viário, praças e parques são equipamentos urbanos que tanto sofrem os efeitos da mudança climática, como também adaptam cidades aos eventos extremos, i.e., seja pelo excesso de precipitação pluviométrica ou pelas severas ondas de calor (Paquette et al., 2021; Esperon-Rodriguez et al., 2022). Seguindo algumas previsões climáticas, as cidades localizadas na região sudeste da América do Sul, i.e., principalmente a região sul do Brasil, experimentarão fenômenos de extremos de precipitação pluviométrica mais frequentes nas próximas décadas, intercalados por possíveis ondas de calor em períodos de estiagens. Outras partes urbanas do país sofrerão maior recorrência de secas ecológicas, como as cidades no nordeste, centro-oeste e norte do Brasil (IPCC, 2021).

Em cenários de maior volume de chuva ou de precipitação pluviométrica mais concentrada (Alves et al., 2021), destaca-se o importante papel da vegetação como mediador essencial no controle hídrico (Hobbie e Grimm, 2020; Rahman et al., 2023). Neste sentido, Áreas de Preservação Permanente (APP) e outras áreas protegidas ganham protagonismo na adaptação das cidades. Cabe ressaltar que a ocupação do solo urbano, ao longo do século passado, considerou parcialmente as normas ambientais para criação de APP, como previstas no código florestal (Brasil, 1965) em grandes e megacidades brasileiras. Como resultado, esta lacuna de planejamento tem deflagrado uma sensibilidade das cidades aos episódios de grandes volumes de chuva, que indubitavelmente vulnerabilizam os mais

pobres, i.e., população que usa áreas de baixo valor imobiliário como margem de rios e córregos para moradia (Santos et al., 2021b; Azevedo et al., 2024). A arborização urbana às margens de corpos d'água de áreas urbanas carecem de manejo adequado e infraestrutura de conservação, como por exemplo, por meio da criação de parques lineares (Millington et al., 2018).

Atrelado ao caótico cenário das enchentes, eventos de chuva extrema são acompanhados de fortes rajadas de ventos que causam uma série de danos à arborização, principalmente com queda de galhos e de árvores inteiras, impondo risco aos humanos e às infraestruturas públicas e privadas (Locosseli et al., 2021). O plantio inadequado e a falta de manejo são fatores determinantes neste impiedoso cenário. Muitas prefeituras operam as pastas de meio ambiente (ou similares) com falta de recursos humanos para a demanda existente, além de muitas vezes não contar com profissionais especializados ou capacitados para gerenciar tais conflitos. Aliado a isso, o monitoramento ineficaz e até mesmo inexistente em muitas áreas urbanas coloca as gestões públicas municipais em cheque e deixa o problema órfão de uma solução (Jim, 2017; Ferreira et al., 2023a; Ferreira et al., 2023b). A falta de tecnologia e produtos inovadores nas cidades brasileiras limitam os esforços de uma boa implementação de arborização urbana (Santos et al., 2021a).

Ambientes naturais qualificados em centros urbanos, i.e., praças e parques ambientalmente estruturados e/ou planejados, são ótimos equipamentos para usufruto da população no que diz respeito à promoção da saúde. Segundo dados do Governo Federal brasileiro, 27,9% da população brasileira é acometida por hipertensão arterial (Brasil, 2023a). O Ministério da Saúde recomenda por meio do “Guia de Atividade Física para a População Brasileira” (Brasil, 2021b) que a população se exercite ao ar livre para a redução da incidência desta doença crônica. Porém, diversas cidades médias e grandes no Brasil apresentam desigualdades no tecido urbano que oferecem à população mais rica ambientes verdes estruturados e qualificados, ao passo que aos mais pobres, quando há verde urbano nas proximidades, normalmente se limitam a maciços florestais periurbanos sem infraestrutura de visitação e/ou condições para promoção da saúde propriamente dita. Isso explicita uma grande lacuna do planejamento da arborização urbana, o qual negligencia aspectos de saúde pública na espacialização do verde urbano nas cidades (Ferreira et al., 2023a).

Extremos climáticos marcados por fortes ondas de calor também são fatores que ameaçam a saúde pública em todo o país. Na última

década, inúmeros trabalhos científicos reportaram a associação de altos índices de mortalidade humana aos severos efeitos da temperatura média do ar em centros urbanos (Son et al., 2016; Geirinhas et al., 2020; Moraes, et al., 2022; Silveira et al., 2023; Corrêa, 2025). Nesse sentido, acadêmicos têm mostrado como a arborização urbana pode contribuir significativamente na reversão deste quadro, uma vez que tanto o sombreamento das árvores urbanas como a evapotranspiração podem atenuar os efeitos de ilhas de calor urbanas (Qiu et al., 2017; Drake et al., 2018; Silva et al., 2018; Wang et al., 2019; Yu et al., 2025).

Além de mitigar os efeitos da temperatura, a arborização urbana também pode mitigar os efeitos da poluição atmosférica particulada oriunda da frota automotiva. Assim como a distribuição da arborização urbana no tecido urbano, a cartografia da poluição particulada também segue tendência parecida em relação às desigualdades sociais em grande parte das cidades brasileiras. A população socioeconomicamente vulnerável mora, geralmente, em locais com elevados níveis de poluição atmosférica particulada. Na região portuária de Santos, por exemplo, pessoas em situação de vulnerabilidade social chegam a respirar $3000 \mu\text{g m}^{-3}$ de cádmio devido ao tráfego da frota pesada, enquanto em bairros nobres e verdes das elites, esse poluente não alcança a concentração de $150 \mu\text{g m}^{-3}$ (Theophilo et al., 2021; Ferreira, 2024). A ocupação irregular do solo urbano aliada à falta de atenção e infraestrutura levou inúmeras cidades a enfrentarem um cenário sensível de mobilidade urbana baseada em combustível fóssil e altos níveis de poluição do ar, os quais não foram rigorosamente planejados com os elementos da natureza (e.g., arborização urbana) (Ferreira et al., 2012; Martins et al., 2021; Ramon et al., 2022).

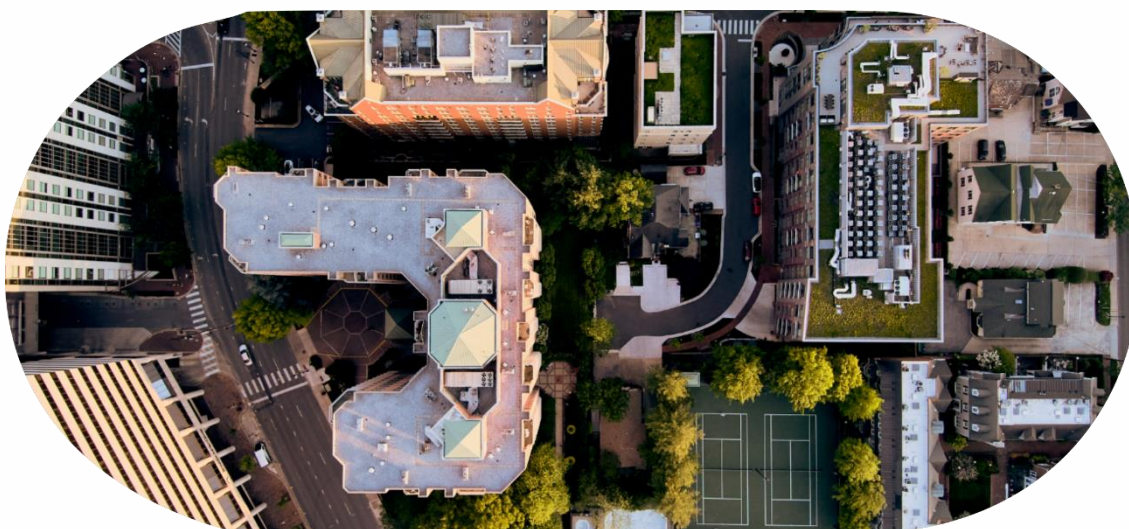
Assim, entende-se que, aliada a outros fatores urbanos, a falta de ambientes verdes qualificados e de arborização urbana adequadamente planejada trouxeram grande parte das cidades brasileiras a vivenciarem um contexto de risco contemporâneo devido à mudança climática, que exige uma rápida capacidade de resposta aos eventos extremos do clima (Ferreira, 2024). Embora existam ferramentas do governo federal para gerenciar, ampliar e qualificar o verde urbano nas cidades brasileiras, as equipes de arborização urbana municipais precisam se apoderar de tais instrumentos para uma gestão ampla que envolva as florestas urbanas (Ferreira et al., 2023b). O Cadastro Ambiental Urbano (CAU) é uma ferramenta do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) que visa aprimorar a gestão e aumentar a quantidade e qualidade de áreas verdes nas

idades, melhorando, assim, a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente nas cidades brasileiras. No entanto, instrumentos, ações e políticas mais incisivos nas esferas federal, estaduais e municipais precisam integrar problemas e soluções, visando o bem-estar público.

1.2.2. Uso e Ocupação do Solo

A forma de usar e ocupar o território influencia largamente a capacidade de um lugar ou grupo social alcançar resiliência frente aos efeitos da mudança climática, adotando medidas tanto de mitigação como de adaptação (Ahern, 2011).

A ocupação no Brasil Colônia já explicava a nossa urbanização polarizada e concentrada em cidades que receberam o desenvolvimento econômico industrial, enquanto a ocupação do território rural se deu com monoculturas agroexportadoras (Oliveira, 1982).



No âmbito rural, observa-se que a ótica econômica voltada à exportação impôs um padrão de ocupação caracterizado por grandes áreas desmatadas e contaminação do solo, com expansão constante de áreas de agropecuária para produção de commodities como soja, café, cana e milho. Dados recentes indicam que, entre 1985 e 2021, a maior expansão de áreas urbanizadas ocorreu sobre áreas de uso agropecuário, com perda de formações naturais para as cidades nos diferentes biomas – 28% no Cerrado, 23% na Mata Atlântica, 22% da Amazônia, 19% na Caatinga e 7% no Pampa (Mapbiomas, 2022a). Em contrapartida, territórios de populações indígenas, quilombolas, comunidades ribeirinhas, entre outros modos comunitários de vida,



por sua vez, são enxergados como territórios que resistem a essa dinâmica de ocupação (Pombo & Jacobi, 2024).

A urbanização é concentrada. As áreas urbanas no Brasil concentram cerca de 87% da população brasileira (IBGE, 2024), majoritariamente em grandes cidades e metrópoles, ainda que estas áreas urbanizadas correspondam a apenas 0,44% do território brasileiro (IBGE, 2024). Ainda, aproximadamente 55% da população brasileira está concentrada nos primeiros 150km distante do mar (IBGE, 2022), o que amplia a relação das cidades com os ambientes estuarinos e costeiros. Além disso, a urbanização brasileira pode também ser extensiva (Monte-Mór, 1994), ou seja, uma urbanização para além dos núcleos consolidados em cidades, que foge da dicotomia “urbano” ou “rural”. Esta ocorre, por exemplo, sobre o bioma amazônico, lido como uma floresta urbanizada (Côrtes et al., 2020), ou em diferentes formas de urbanização dispersa (Bernardini, 2018), incompleta e precária (Santoro, 2014) nas bordas ou conectando cidades (Reis, 2006), produzidas informalmente ou formalmente. Assim, os limites urbanos são frequentemente expandidos – entre 1985 e 2021 as áreas urbanas cresceram 3,2% ao ano, triplicando a área urbanizada nestes 38 anos (Mapbiomas, 2022a; 2022b) -- em processos de produção de territórios urbanos dispersos e incompletos, que consomem recursos naturais (Reis, 2006; Santoro, 2014).

Esse padrão de ocupação e expansão urbana, ainda que localizado, compromete profundamente a capacidade de resposta das cidades aos efeitos da mudança climática. A perda de áreas verdes, o negligenciamento da relação da cidade com as áreas azuis, a fragmentação dos ecossistemas e a impermeabilização dos solos não apenas reduzem a capacidade adaptativa dos territórios, como também intensificam os impactos de eventos extremos, como enchentes, secas e ondas de calor (IPCC, 2022). A interação do padrão de ocupação com os corpos d’água (ex. rios, lagos) nas áreas urbanas também altera a capacidade de resposta do sistema, em especial das cidades costeiras que possuem o impacto direto das alterações climáticas no oceano, seja pelo aumento do nível do mar ou das tempestades costeiras, e ampliam as possibilidades de desastres. Assim, a forma como o território é ocupado torna-se fator estratégico para a construção de cidades mais resilientes, capazes de integrar ações de mitigação e adaptação de maneira articulada frente aos desafios climáticos emergentes.



As cidades brasileiras são, em sua maioria, pouco adensadas (baixa densidade construtiva) e podem conter vastas áreas com poucos moradores (baixa densidade populacional). O país tem crescido em ritmo mais lento – de 2010 a 2022, a taxa de crescimento anual da população do país foi de 0,52%, a menor da história dos censos (IBGE, 2022) –, as grandes cidades perderam população enquanto as cidades médias (com mais de 100 mil habitantes) ganharam (IBGE, 2022), mas cidades seguem crescendo em expansão urbana, ainda que em poucos trechos concentrados de algumas cidades tenha acontecido uma verticalização com adensamento construtivo (Mendonça et al, 2024). O uso do solo e as propostas de planejamento urbano geralmente reforçam este modelo, que estimula a expansão horizontal da área urbanizada. Esse modelo, que tem suporte no rodoviarismo, molda a natureza ao desmatar, impermeabilizar o solo, retificar e canalizar rios, para dar espaço a vias asfaltadas. A impermeabilização do solo modifica o ciclo hidrológico na área urbana, aumentando a sua vulnerabilidade a enchentes e alagamentos (União Europeia, 2012; Jaramillo e Nazemi, 2018; Bezerra, 2015).

Dentro dos limites urbanos, o processo de ocupação insustentável predominante no Brasil, permitiu o avanço da cidade sobre fundos de vales e rios, aterros e retirada das vegetações costeiras, que hoje abrigam as vias públicas (Travassos, 2011; Bastos Moroz e Thieken, 2024) – lembrando que a opção pela mobilidade motorizada, por carro ou ônibus, no país, foi majoritária (Vasconcellos, 2014), como será comentado no item 1.2.3. – Mobilidade e transporte, que aponta o transporte como responsável pelo maior percentual de emissões de GEE em grandes cidades – ou sobre áreas que oferecem diferentes formas de risco, propensas a enchentes e deslizamentos (Zioni et al., 2021). Soma-se a isso que o saneamento ambiental no Brasil traz desafios como a escassez de água potável, ausência de rede de coleta de esgoto e drenagem urbana precária e insuficiente (Instituto Água E Saneamento, 2025), sendo os três sistemas baseados em “infraestrutura cinza”, além da geração de resíduos em quantidade e sem destinação adequada. A matriz e o consumo energético também é desigual, com maiores consumos por famílias com maior renda (Leite et al., 2023).

No espaço intraurbano também ficam evidentes inúmeras formas de desigualdades socioeconômicas, de gênero e raça, e processos de marginalização e exclusão de alguns grupos, o que contribui para a vulnerabilidade sócio climática (Castellanos et al, 2022; Belmont,

2023). Por um lado, territórios produzidos formalmente para elites brancas e classes médias são o lócus do interesse imobiliário financeirizado, que é, ainda, estimulado por políticas federais para construção de novas unidades para compra e venda, no modelo da casa própria/propriedade privada, em programas que visam o crescimento econômico e geração de emprego. Contraditoriamente, as habitações produzidas são inacessíveis para grande parte da população que forma o enorme déficit habitacional brasileiro (sem recursos ou capacidade de financiamento). Metrôpoles como São Paulo chegaram a produzir 75 mil novas unidades de moradia por ano (Secovi, 2023), o que ajudou a provocar uma valorização da terra urbana, enquanto, contraditoriamente, o déficit habitacional seguiu crescendo principalmente pelo ônus excessivo das famílias com o aluguel, componente que mais cresce no cálculo do déficit e que corresponde a 52% deste no país (Fundação João Pinheiro, 2022). O déficit habitacional brasileiro tem uma componente quantitativa e uma qualitativa. A precariedade habitacional (componente qualitativa), principalmente concentrada em áreas de ocupação informal, é um fator de vulnerabilidade sócio-climática expressivo (Castellanos et al., 2022; Adelekan et al. 2022), como será aprofundado na seção 1.2.5 – Habitação social e informalidade.

O desenvolvimento urbano formal se dá, muitas vezes, via condomínios verticais ou horizontais, fechados, privados, excludentes, onde pouca gente mora em vastas áreas construídas (Leonelli & Campos, 2018) e a natureza é paisagem precificada (Ferrara & Pereira, 2023). Sua arquitetura estrutura-se em concreto, consumindo muitos recursos naturais e minerais, em sistemas nem sempre adequados ao clima local – com alto consumo energético com o uso de sistemas ativos para garantir o conforto como ar-condicionado e iluminação artificial.

Apesar de exemplos internacionais indicarem que, em muitas cidades do Norte Global, o setor de energia estacionária (edificações e indústrias) é o principal responsável pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) (C40 Cities, 2018), a realidade brasileira é distinta. Nas grandes cidades do país, o transporte é, em geral, a maior fonte de emissões urbanas de GEE, representando entre 35% e 66% do total, seguido pelo setor de energia estacionária, que responde por 14% a 35% das emissões (PCRJ, 2019; PMSP, 2021; PMF, 2022; PMBH, 2023).



No Rio de Janeiro, o transporte e a energia estacionária dividem proporcionalmente a responsabilidade pelas emissões, cada um com cerca de 35%, enquanto os demais setores correspondem a 30% (PCRJ, 2019). Em São Paulo, o transporte concentra 55% das emissões, a energia estacionária 35% e os resíduos 10% (PMSP, 2021). Em Belo Horizonte e Fortaleza, o setor de transporte é ainda mais dominante, com 66% e 59% das emissões, respectivamente (PMF, 2022; PMBH, 2023). Essa configuração evidencia que as estratégias brasileiras de mitigação das emissões urbanas de GEE precisam atentar para políticas de mobilidade urbana de baixa emissão e eficiência energética nos edifícios

O setor da construção civil gera uma grande quantidade de resíduos de demolições e no próprio processo de construção, produzindo grande impacto ao meio ambiente, pelo seu volume e por nem sempre ter destinação e tratamento ambientalmente adequados desses resíduos.

Em outro extremo, encontramos vastos territórios populares que concentram populações em condições de vulnerabilidade, por inúmeros fatores combinados, que geralmente são as primeiras ou as mais impactadas pelos efeitos da mudança do clima (Adelekan et al., 2022; Castellanos et al., 2022). São famílias que vivem as ameaças constantes de perderem suas casas, seja por não conseguirem pagar pelo aluguel ou prestações de compra do imóvel, ou porque não têm segurança da propriedade, habitando informalmente uma área e podendo ser retiradas ou realocadas à sua revelia (Ungaretti et al., 2024), ou, ainda, porque algum desastre, num dia de muita chuva, pode destruir suas casas precariamente construídas. Em geral as



populações vulneráveis estão particularmente sujeitas a diferentes formas de opressão social e marginalização – negros, indígenas e imigrantes, além de mulheres, idosos e pessoas com vínculos sociais rompidos –, particularmente ameaçadas de deslocamento por processos de vulnerabilização e discriminação (Lacerda et al., 2022). Essas comunidades estão sistematicamente submetidas a situações de degradação e injustiça ambiental em contexto racializado, que é chamado de racismo ambiental (Belmont, 2023). Além disso, essas populações, na maioria das vezes, estão à margem também das arenas de decisão, inclusive naquilo que diz respeito às estratégias de adaptação que serão adotadas com impacto em suas vidas, como discutido em 1.1. Vulnerabilidade Sócio-climática, Desigualdade e Adaptação Transformativa.

A mudança climática impacta os sistemas urbanos de muitas formas e as perdas e os danos serão maiores ou menores dependendo da combinação entre o evento climático e as condições de sensibilidade e capacidade adaptativa daquilo que está exposto àquele evento (IPCC, 2022). Uma das ameaças nesse contexto é a intensificação de ondas de calor, que tendem a afetar largamente as áreas urbanas, que já produzem suas próprias ilhas de calor, e afetando desproporcionalmente grupos já mais sensíveis, como idosos, crianças e pessoas em situação de rua (Adelekan et al., 2022; IPCC, 2022). Estudos indicam que o número de indivíduos expostos a ondas de calor aumentou significativamente nas últimas décadas e que os efeitos do calor combinados a doenças crônicas levaram a mais de 48 mil mortes entre 2000 e 2018, com taxas de mortalidade maiores entre pessoas do sexo feminino, idosas, negras, pardas ou com níveis educacionais mais baixos (Monteiro dos Santos et al., 2024).

Além do calor, as mudanças no padrão de precipitação também vão impactar as cidades. Nas últimas décadas, as cidades brasileiras vêm enfrentando um aumento alarmante na frequência e intensidade dos desastres climáticos relacionados às chuvas, com impactos econômicos, sociais e ambientais de larga escala. O número de eventos extremos relacionados à chuva mais que triplicou desde a década de 1990, saltando de 2.335 ocorrências para 7.539 apenas entre 2020 e 2023 (Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, 2025). Nesse mesmo intervalo, o número de pessoas afetadas já é o dobro da década anterior, com destaque para os 2,4 milhões de moradores atingidos pelo desastre no Rio Grande do Sul em 2024. Os prejuízos econômicos também escalaram rapidamente, alcançando R\$ 132 bilhões apenas



nesta década — valor 123 vezes superior ao registrado nos anos 1990. Os impactos não se limitam a danos materiais: quase 92 milhões de brasileiros já foram afetados por esses eventos desde 1991, com mais de 8,7 milhões desalojados ou desabrigados e 4.247 mortes registradas, o que representa 86% de todas as fatalidades causadas por desastres climáticos no país. (Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, 2025).

No Brasil, a urbanização desordenada e a predominância de infraestruturas cinzas, como a canalização de rios e a construção de piscinões, o que reduz a integração entre as águas e a paisagem urbana, têm se mostrado soluções limitadas para lidar com as inundações urbanas, principalmente quando combinadas com um processo de alteração do uso e ocupação do solo que reduz os sistemas livres verdes (Gomes e Veról, 2024). Embora as bacias de retenção instaladas em áreas urbanas (vulgarmente conhecidas como piscinões) sejam projetadas para armazenar temporariamente o escoamento pluvial e reduzir o pico de cheias, sua implantação monofuncional, sem integração com estruturas verdes ou uso social do espaço, limita seu potencial de contribuição para a resiliência urbana (Tucci, 2008; Mendes e Santos, 2022). Já a canalização de cursos d'água, ao acelerar o escoamento e eliminar áreas naturais de inundação, transfere a cheia para jusante, aumentando o risco de inundações nas regiões mais baixas. O uso de técnicas de canalização deve ser adotado como última alternativa, em situações de remediação e não como solução padrão de planejamento (Travassos, 2011; Moniz e Sant'ana, 2024), ou combinados a soluções baseadas na natureza, como soluções híbridas (verde-azul-cinza).

Historicamente, o processo de urbanização no Brasil envolveu práticas como a canalização de rios, a drenagem de lagoas costeiras e o aterramento de áreas úmidas para a criação de solo urbanizável, reduzindo drasticamente os espaços das águas nas cidades e comprometendo funções ecológicas essenciais (Tucci, 2008; Travassos, 2011; Moniz & Sant'ana, 2024). Essa lógica de urbanização desassociada das dinâmicas da água e dos ecossistemas resultou na fragmentação dos sistemas naturais e no aumento da fragilidade ambiental das cidades diante de eventos climáticos extremos.

Nas cidades costeiras, o uso e a ocupação do solo têm se caracterizado por um intenso processo de urbanização que frequentemente desconsidera as particularidades ecológicas e dinâmicas naturais do



litoral. Esse avanço urbano tem promovido a remoção de importantes ecossistemas como dunas, restingas e manguezais, que atuam como zonas de amortecimento frente a eventos extremos e são substituídos por pavimentos ou moradias. A substituição desses ambientes por áreas urbanizadas próximas à linha da maré tem agravado os processos de erosão costeira, ampliado o impacto das ressacas e intensificado a salinização de lençóis freáticos (Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, 2025).

Com o aumento do nível do mar e o adensamento urbano sobre solos mais úmidos, surgem ainda riscos adicionais como recalques diferenciais e comprometimento da infraestrutura urbana. Além disso, a resposta predominante a esses riscos tem sido o endurecimento costeiro por meio de soluções baseadas em infraestrutura cinza – como muretas, paredões e espigões – que, embora ofereçam proteção pontual, tendem a interromper fluxos ecológicos, agravar a erosão em áreas adjacentes e reduzir a biodiversidade, facilitando inclusive a proliferação de espécies invasoras (Pardal et al., 2024). No litoral de São Paulo, um estudo recente mapeou 244 km de linha de costa ocupada por estruturas artificiais, como muretas, quebramares e píeres (Pardal et al., 2024). Além disso, mais de 400 km de áreas urbanizadas se encontram em terrenos de baixa elevação próximos a praias e manguezais, aumentando a vulnerabilidade das cidades às ressacas e inundações. Esses impactos evidenciam a necessidade urgente de um planejamento costeiro mais integrado, que reconheça os limites e os serviços ecossistêmicos das zonas costeiras. Atualmente, o reflexo dessa trajetória é visível na interrupção de serviços ecossistêmicos, na fragilidade das infraestruturas urbanas e na ampliação dos riscos climáticos, especialmente para as populações mais vulneráveis.

O manejo das águas urbanas tem sido diretamente impactado pela expansão de superfícies impermeáveis, que reduzem a infiltração e alteram os fluxos naturais do ciclo hidrológico, como discutido em 1.2.4. Infraestrutura e Saneamento. Essas alterações contribuem para um aumento na frequência de inundações, aumento da poluição difusa e das ilhas de calor (Jacobi et al., 2020; Muñoz e Duarte, 2025). Observações em diversas cidades apontam que parâmetros urbanísticos, como taxas de permeabilidade, incentivo ao uso de telhados verdes e infraestrutura que favoreça a recarga de aquíferos, têm o potencial de mitigar esses impactos ao influenciar diretamente o planejamento e a ocupação do solo (Coffman, 2002; Muñoz & Duarte,



2025). A implementação de tais medidas em contextos urbanos foi associada a melhorias na gestão hídrica e na adaptação a cenários de mudança climática, com exemplos de aplicação em cidades que enfrentam desafios semelhantes (Wong e Brown, 2008; Saraswat et al., 2016; Muñoz e Duarte, 2025).

Pesquisas apontam que há uma lacuna na existência de planos e metas concretas, bem como fontes de financiamento, voltadas para medidas mitigatórias e de adaptação à mudança climática (Muñoz & Duarte, 2025). Planos de adaptação climática são pouco comuns em cidades ao redor do mundo, incluindo no Brasil, onde sua presença é menos frequente em comparação a países do norte global (Muñoz & Duarte, 2025). Em algumas escalas regionais, como na União Europeia, existem exemplos que buscam integrar mitigação e adaptação (Muñoz & Duarte, 2025).

Entretanto, muitos planos climáticos concentram-se predominantemente na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), frequentemente negligenciando abordagens abrangentes de adaptação. Além disso, uma parte significativa das iniciativas tende a priorizar agendas verdes, como o aumento da cobertura vegetal e a criação de espaços de resfriamento urbano, sem integrar plenamente as relações entre o ambiente natural conservado e o tecido urbano (Souza, 2024) e, ainda, negligenciando a importância das áreas azuis neste cenário, mesmo considerando que vivemos em um planeta onde mais de 70% da cobertura é de água.

Observa-se, ainda, que diretrizes, planos e ações relacionados à mudança climática podem ser, muitas vezes, antagônicos. Por exemplo, as melhores infraestruturas de mobilidade para mudança climática, como corredores de transporte coletivo, tendem a estar localizadas em áreas de alta renda, onde o uso do transporte individual é predominante. Como resultado, a pendularidade centro-periferia permanece um desafio, reforçando modelos de ocupação urbana e mobilidade insustentáveis (Rolnik, 2003; Rolnik & Klintowitz, 2011).

Embora o Brasil tenha avançado na elaboração de planos diretores municipais após a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei Federal n. 10.257/2001 - Brasil, 2001), apenas 53,1% dos municípios, ou cerca de 2.960 cidades, possuem esses planos (IBGE, 2021). Destaca-se que muitos desses instrumentos carecem de abordagens específicas para planejamento de mitigação e adaptação climática ou apresentam

estratégias desconectadas em relação a planos climáticos (Muñoz & Duarte, 2025).

Políticas e planos de contingência e redução de desastres, que atuam sobre os impactos e não sobre as causas, ou planos de reconstrução, implementadas após a ocorrência de eventos ou acidentes, que lidam com perdas e danos, têm também maior incidência que políticas, planos e ações de adaptação (Soares & Bonduki, 2024), que têm caráter preventivo e atuam sobre redução de vulnerabilidade e construção de resiliência, e esta predominância reforça uma dinâmica reativa. Esses desastres, que não são apenas resultado do evento climático ou outro fenômeno natural, mas, sim, decorrentes da interação entre estes eventos e a vulnerabilidade dos sistemas atingidos e, portanto, previsíveis, tendem a incidir de forma mais severa sobre territórios populares e vulneráveis, evidenciando as desigualdades na gestão do risco climático (IPCC, 2022).

1.2.3. Mobilidade e Transportes

No Brasil, assim como em muitas cidades da América Latina, a abordagem sobre o sistema de mobilidade e transporte urbano para enfrentamento dos efeitos da mudança climática está predominantemente concentrado em ações de mitigação em detrimento das ações de adaptação, necessárias para transformar as cidades em ambientes resilientes aos efeitos da mudança do clima (Di Giulio et al., 2018; Valderrama et al., 2019; Goes et al., 2020; Castellanos et al., 2022). Um sistema de mobilidade e transporte justo e eficiente pode colaborar para reduzir desigualdades socioterritoriais que estão na base de constituição de vulnerabilidades sócio-climáticas (Carvalho & Brito, 2016). A predominância de ações de mitigação se dá por muitos motivos, dentre eles, porque, no Brasil, a opção histórica pelo transporte rodoviário e pela mobilidade urbana motorizada fez com que essa atividade se tornasse a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa (GEE) nas cidades, provenientes predominantemente do transporte individual motorizado – automóveis e motocicletas (Franco, 2024). Em algumas grandes cidades brasileiras o transporte é responsável por 35 a 65% das emissões de GEE – como por exemplo, 66% em Belo Horizonte (PMBH, 2023), 59% em Fortaleza (PMF, 2021), 55% em São Paulo (PMSP, 2021), 35% no Rio de Janeiro (PCRJ, 2019). Isso porque os transportes motorizados, em sua maioria, dependem da queima de combustíveis fósseis que emitem gases de efeito estufa e outros poluentes. Dados

apontam que 27% das emissões de CO₂ no mundo vêm do setor de transportes, o qual é liderado pelos carros que representam 45% do volume emitido (Un Habitat, 2022).

Dentre as políticas de mobilidade que incentivam os veículos motorizados individuais está a de vagas de estacionamento de veículos nas ruas a baixo custo ou sem pagamento, regras que exigem que estabelecimentos comerciais e edifícios residenciais tenham vagas de garagem, mesmo quando estão próximos de redes de transporte público coletivo de média e alta capacidade e de incentivo de impostos de produção (Ferreira et al., 2020). Além disso, o planejamento urbano centrou-se nos veículos motorizados, criando grandes rodovias urbanas, espraiamento e supressão de áreas naturais. Soma-se a isso que esse modelo urbano gera impermeabilização do solo na cidade.



A progressiva impermeabilização do solo nos centros urbanos contribui para os impactos negativos da mudança climática nas cidades, tendo como consequência o aumento da temperatura dos centros urbanos e a formação das ilhas de calor (Zeman, 2012). Os raios solares ao tocar a superfície são responsáveis por aquecer o ar contido na atmosfera (Torres, 2011). Os veículos motorizados e suas infraestruturas de apoio geram ilhas de calor. Dados mostram que a extrema presença de asfalto, que retém o calor por horas, pode aumentar a temperatura local em até 5°C (Departamento de Ciências Florestais da Esalq, USP, 2012).

Esse modelo de deslocamento baseado no automóvel particular, além da poluição e emissão de GEE, colaborou para o espraiamento das



idades, o que estruturou a formação de ocupações periféricas distantes ou de condomínios residenciais fechados que exigem deslocamentos cada vez mais longos, além de estimularem os congestionamentos nas áreas mais centrais (Rolnik & Klintowitz, 2011), aumentando as ilhas de calor e dando relevo às desigualdades socioterritoriais e de gênero.

Além disso, o consumo de combustíveis fósseis mostra-se insustentável a longo prazo e a diminuição da dependência de combustíveis de base mineral na mobilidade urbana se impõe como uma das agendas mais relevantes de mitigação das cidades. De acordo com a Simob (ANTP, 2018) cerca de 11,3 milhões de TEP (toneladas equivalentes de petróleo) são consumidos anualmente nos deslocamentos de pessoas, e os automóveis consomem 60% do total e correspondem apenas a 25% dos deslocamentos.

Na contramão desses números alarmantes, nas cidades brasileiras, a principal forma de deslocamento é a pé (39% dos deslocamentos), seguida de 28% de deslocamentos utilizando transporte coletivo (ANTP, 2018). As mulheres caminham mais do que homens (Harkot et al., 2018). Isso foi constatado em estudos sobre pesquisas Origem Destino de diversas cidades do Brasil, como São Paulo, Curitiba e Salvador. Em São Paulo, 50% dos deslocamentos de mulheres de famílias com ganhos mensais menores que R\$ 1.244,00 são feitos a pé e 28% de ônibus. (PMSP, 2016). Em Salvador, de todos os deslocamentos a pé feitos na cidade, 56% são realizados por mulheres (PMS, 2017). Em Curitiba, 1/3 das viagens das mulheres são realizadas a pé, enquanto apenas 1/5 das viagens dos homens são feitas neste modo (Curitiba, 2017; Sampapé, 2022). As mulheres também são as principais usuárias do transporte público, mas esses deslocamentos mais sustentáveis, a pé e de ônibus, são realizados em situação precária. Enquanto os homens predominam os veículos motorizados individuais, carros e motos. Isso reforça que o modelo rodoviarista privilegia homens sobre mulheres, e que as pessoas que se deslocam ativamente, que não contribuem para as emissões e agravamento da crise climática, são as que mais sofrem as consequências, uma vez que o caminhar é prejudicado pelo calor extremo e pelas chuvas extremas enquanto as cidades não implementam soluções de adaptação e mitigação.

A ausência de calçadas adequadas, iluminação pública insuficiente e a falta de integração com serviços essenciais (como educação, saúde e



emprego) comprometem não apenas a mobilidade diária, mas também a segurança durante eventos climáticos extremos, como inundações e deslizamentos de terra. A implementação de rotas de fuga a pé, mas também por transporte público, bem planejadas e acessíveis, é fundamental para mitigar os riscos associados a esses desastres naturais (Cemaden, 2023). A participação comunitária na definição dessas rotas tem se mostrado eficaz na preparação e resposta a desastres, conforme observado em estudos de caso em municípios brasileiros (Cemaden, 2023).

Além disso, a carência de medidas governamentais preventivas potencializa as consequências dos eventos climáticos extremos. A identificação de áreas sujeitas a alagamentos e a indicação de rotas de fuga são ações essenciais que, quando negligenciadas, deixam as populações mais expostas aos impactos da mudança climática (Côrtes, 2024).

Nas últimas décadas, a mobilidade por aplicativos (por plataformas que conectam passageiros a motoristas de veículos privados individuais) trouxe novos modos de circular, estimulando as viagens por motocicletas (Abílio et al., 2021) para pessoas e para entregas. A opção pelo serviço de transporte por aplicativo em veículos individuais cresceu nas cidades, recebendo usuários que antes utilizavam transporte coletivo ou ativo, opções mais sustentáveis que eram utilizados majoritariamente por mulheres e as viagens por moto cresceram também à medida que o transporte público não alcançou o espraiamento das cidades. As motos se tornaram uma opção para os mais pobres que vivem nas bordas das cidades, uma vez que o custo de combustível corresponde a um terço da tarifa de ônibus (Vasconcellos, 2016), e compradas em longo prazo com prestações baixa são convenientes para o transporte pendular cotidiano e para gerar emprego e renda, mas representam um alto custo social em mortes e sinistros de trânsito, além de serem poluentes.

Os sistemas de transporte público por ônibus, principalmente nas metrópoles, não raramente, apresentam desafios de regularidade, eficiência e equidade (Vasconcellos, 2014), frequentemente não atendem às demandas, apresentam serviços deficitários – poucas linhas, não cumprem horários e apresentam superlotação. Esse declínio termina estimulando os modos motorizados individuais como solução para as cidades espraiadas. Além disso, os ônibus também são



grandes consumidores de combustíveis fósseis, a eletrificação da frota ainda ocorre em poucas cidades.

Os modos ativos – por bicicleta ou a pé – enfrentam desafios enormes. Os deslocamentos a pé sofrem com a falta de estrutura e violências, viária, pública e de gênero. O uso da bicicleta para os principais deslocamentos cotidianos ainda é baixo e predominantemente masculino. Embora sejam modos considerados prioritários nas políticas federais de mobilidade, a prioridade no compartilhamento de vias não é sentida pelos usuários, com muitas ocorrências viárias, fazendo com que o Brasil seja o terceiro país no mundo com mais mortes no trânsito (OMS, 2018).

Os frequentes e intensos eventos climáticos extremos impactam significativamente os sistemas de mobilidade urbana. Esses eventos incluem inundações em estações de trem e metrô, interdições de trilhos e vias, e obstrução de calçadas e ciclovias devido a inundação, queda de árvores ou fiação elétrica. Estudos têm buscado prever com maior precisão a ocorrência de fenômenos climáticos que afetam a mobilidade em grandes cidades, além de construir parâmetros comparativos para avaliar a vulnerabilidade dos sistemas de mobilidade urbana em diferentes municípios (ITDP, 2018; Machado et al., 2023).

Como parte desse esforço, foi desenvolvido um índice que simplifica o grau de susceptibilidade dos sistemas de mobilidade urbana frente a eventos climáticos extremos (ITDP, 2018). Esse índice tem o potencial de orientar a definição de prioridades regionais em políticas públicas, planos de ação e financiamento para medidas de mitigação e adaptação. Por exemplo, os estudos apontaram que os dez municípios com maiores índices de vulnerabilidade estão localizados em regiões metropolitanas, onde se concentra uma parcela significativa da população brasileira. Esse cenário reforça a necessidade de atenção prioritária a essas áreas no desenvolvimento de estratégias integradas de adaptação climática (Machado et al., 2023).

O planejamento da mobilidade, ainda que seja essencial para a organização das cidades, não está presente em todas as cidades. O Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/01) exige que cidades com mais de 500 mil habitantes façam plano de transporte urbano integrado ao plano diretor. Nas últimas décadas o Brasil produziu uma Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei 12.587/12), que exigiu que



municípios com mais de 20 mil habitantes elaborassem planos de mobilidade -- 56% das capitais possuem ou estão revisando seus Planos de Mobilidade (UCB, 2019) – mas muitos municípios ainda não revisaram. Ainda, a maior parte deles não indica caminhos e metas claras para priorizar os transportes ativos e públicos coletivos, diretrizes da Política Nacional de Mobilidade (UCB, 2019).

Isso fica evidente, também, pelo modelo urbano que não permite que as pessoas estejam próximas das necessidades básicas, na pesquisa "Cidades de 15 minutos - caminhar nas cidades brasileiras", realizada em 2021 pelo Instituto Caminhabilidade em parceria com a *Mind Miners*, apenas 13,3% das respondentes disseram ter uma instituição educacional em até 15 minutos de caminhada das suas casas. Além disso, somente 19,8% indicaram ter serviços médicos e de saúde na proximidade. Espaços públicos, como parques, praças e praias – essenciais para a saúde física e mental – estão próximos de apenas 30% das pessoas – com uma queda significativa considerando as classes (Instituto Caminhabilidade, 2024a).

Na macro escala urbana, a ineficiência, falta de integração e má distribuição de transporte público coletivo e de massa é elemento determinante de marginalização, fragmentação e vulnerabilização social de parte expressiva da população vivendo em periferias urbanas, obrigada a deslocamentos diários de muitas horas para acessar seus locais de trabalho em áreas centrais e ricas das cidades (Carvalho & Brito, 2016).

Portanto, no setor de transporte e mobilidade, a resiliência urbana e a adaptação climática eficaz ficam condicionadas a políticas públicas capazes de integrar estratégias de mobilidade segura e acessível, integradas a soluções de uso e ocupação do solo, garantindo que todas as comunidades, especialmente as mais vulneráveis, tenham acesso aos serviços básicos na proximidade, aos locais de trabalho, a rotas de fuga eficientes, e infraestrutura de caminhabilidade adequada (que podem ser amplamente beneficiadas pela integração entre os espaços de circulação humana e o sistema verde-azul na cidade), transporte público em condições de oferecer vantagens evidentes em relação ao transporte individual, de acordo com as características de cada lugar, em uma rede distribuída de forma justa pela cidade, colaborando para superar as desigualdades e fragmentação territorial, ampliando a integração entre lugares e comunidades

1.2.4. Infraestrutura e Saneamento

O sistema de gestão de águas do Brasil enfrenta desafios significativos devido à rápida urbanização, mudança climática e degradação ambiental (Ana, 2022). O ciclo hidrológico do país está cada vez mais desequilibrado, levando a eventos climáticos frequentes e intensos, como enchentes e secas (Ana, 2024). Esses extremos contribuem para a desertificação (De Moraes, 2023), e o aumento do nível do mar está ameaçando cidades costeiras brasileiras como Recife (Da Fonsceca Neto et al., 2022; De Souza et al., 2024), Santos (Marengo et al., 2022b) e Belém (Henriques et al., 2024). Uma abordagem predominante de "engenharia excessiva", fortemente dependente de infraestrutura cinza, muitas vezes falha em fornecer soluções sustentáveis, resultando em uma gestão de águas urbanas fragmentada (Fletcher et al., 2015).

O déficit de saneamento no Brasil ainda é expressivo, apesar da imposição legal de que o acesso aos serviços de saneamento deve ser integral e universal, compreendendo os sistemas de tratamento e distribuição de água potável, coleta e tratamento de esgotos sanitários, manejo de águas pluviais e drenagem urbana e o manejo de resíduos sólidos, de acordo com a Lei nº 11.445/2007 (Brasil, 2007). Segundo o Panorama do Saneamento Básico no Brasil (MDR, 2021), o saneamento é o “conjunto de medidas realizadas com o objetivo de preservação das condições ambientais, de modo a melhorar a qualidade de vida da população e facilitar a atividade econômica”.



A segurança hídrica é uma das maiores preocupações no contexto da emergência climática (Quandt et al., 2022; Amparo-Salcedo et al., 2025). Apesar do Brasil possuir cerca de 12% do volume disponível de água doce do mundo (Farjalla et al., 2021; Carvalho & Tulder, 2022), entre 16,1% e 15,1% da população ainda não é atendida por rede de abastecimento de água potável (SNIS, 2023; IBGE, 2024), o que equivale a cerca de 32 milhões de pessoas sem acesso à água segura. No sistema de abastecimento de água, há uma perda estimada em 38,9%, entre conexões clandestinas, vazamentos, roubos e falta ou medição incorreta do consumo, gerando um prejuízo de 8 bilhões de reais por ano (Ávila et al., 2023).

Nas últimas duas décadas, observou-se um aumento significativo de 80% na retirada de água, considerando todas as fontes, e projeções futuras indicam que haverá um incremento adicional de 30% até o ano de 2030, a fim de suprir o crescimento populacional e outras demandas das atividades econômicas, para atender à demanda futura por recursos hídricos, essenciais para a produção de alimentos e energia (Gesualdo et al., 2021). Estudos indicam uma tendência de aumento nos períodos prolongados de dias consecutivos sem precipitação, bem como uma maior frequência e intensidade de períodos secos e secas na região Nordeste, evidenciando uma crescente vulnerabilidade da região às variações climáticas (Marengo et al., 2009; Jenkins e Warren, 2015; Marengo et al., 2017). Já para a região Sudeste, projeções climáticas indicam um possível aumento na temperatura média, acompanhado por uma redução na precipitação total, ao mesmo tempo que eventos de precipitação intensa e de curta duração podem se tornar mais frequentes (Chou et al., 2014; Viola et al., 2015). Estados do sudeste, como São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo já apresentam tendência de aumento na ocorrência de eventos de chuva diária extremos (Zilli et al., 2017). Essas alterações climáticas, com impactos nos regimes hidrológicos regionais, afetarão comunidades já vulneráveis a eventos extremos atualmente, intensificando conflitos e problemas socioeconômicos (Marengo et al., 2017; Jong et al., 2018).

As condições do sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos é ainda pior, com um indicador de 64,7% de domicílios conectados a uma rede de coleta de esgotos (IBGE, 2024), informação diferente da apresentada no Sistema Nacional de Informação em Saneamento (SNIS), que indica uma cobertura de redes de esgoto para 56% da população (SNIS, 2023), ou cerca de 112 milhões de pessoas atendidas. Deste esgoto coletado, 81,6% é de fato tratado, o que significa um índice de tratamento de esgoto em relação ao total

gerado no Brasil de 52,2% (SNIS, 2023). Desta forma, pode-se concluir que o esgoto gerado por cerca de 106 milhões de pessoas depende de soluções individuais inadequadas ou rudimentares para disposição final, ou seja, é lançado diretamente na natureza, sem qualquer tratamento (Brasil, 2019).

Todo o esgoto coletado é transportado pelas redes de drenagem de águas pluviais, adaptadas para operar como uma rede mista (Fadel e Dornelles, 2015; Oliveira et al., 2024), artificiais e naturais. No Brasil, 37,2% dos municípios declararam possuir sistemas combinados ou mistos de drenagem pluvial e esgotamento sanitário (SNIS, 2023). O resultado disso é a alta degradação dos rios brasileiros, que apresentava 83.450 km de sua malha hídrica com significativa restrição de uso, como captação para abastecimento (Ana, 2019). Além disso, em situações de alagamento, quando o volume de água precipitado extrapola a capacidade da rede de drenagem, o resultado é que a água excedente que escoar sobre as ruas acaba acessando as redes de coleta de esgoto sanitário, resultando em um efluente altamente contaminado (Sowby e Jones, 2022; Gogien et al., 2023; Oliveira et al., 2024). Esta combinação amplia os impactos sobre a cidade no momento do desastre, com riscos à segurança e saúde da população como efeito direto e indireto, com aumento do número de atendimentos de pacientes com doenças que aparecem depois de eventos de alagamento (Tucci, 2001; Zoppou, 2001; Jemberie, 2023).

A proliferação de patógenos em decorrência dos alagamentos aumenta o risco de doenças infecciosas, o que pode ser agravado pelo deslocamento e aglomeração das pessoas afetadas, dificuldades na higiene e alimentação, bem como no acesso aos serviços de saúde (Gallego et al., 2025). Nesta condição, o risco de disseminação de doenças zoonóticas, como dengue e malária também é aumentado (Yenew et al., 2025). Além do impacto sobre a saúde da população, os volumes adicionais oriundos da contribuição de águas pluviais para o sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários podem impactar a eficiência da remoção de poluentes das estações de tratamento de esgotos (ETE, resultando no aumento dos custos na gestão de esgotos (Sola et al., 2020).

Somado a esse quadro de degradação, deve-se atentar para o fato de ainda existirem desafios sociais complexos no Brasil, como o grande número de pessoas vivendo em favelas, que somam cerca de 16,5 milhões de pessoas ou 8,1% de toda a população brasileira (IBGE, 2024). Desta forma, um importante desafio para a universalização dos serviços de saneamento no Brasil consiste em intensificar a cobertura



para populações localizadas em áreas periurbanas, favelas e outros assentamentos informais, que apresentam uma alta densidade de habitação, além das áreas rurais, onde a população a ser atendida é muito dispersa. A provisão de serviços de água e saneamento nessas áreas vulnerabilizadas é complexa, dependendo da combinação de infraestrutura formal e informal que possa cumprir os requisitos particulares deste território (Narzetti & Marques, 2021).

Considerando o quadro atual dos serviços de saneamento, para alcançar as metas de melhoria estabelecidas, será necessário romper com o modelo atual e expandir a capacidade de desenvolver projetos que incluam o design, a contratação pública, a construção e a gestão e execução de contratos para acelerar o volume e o fluxo de investimentos necessários para o acesso universal ao abastecimento de água e saneamento (Dias et al., 2018; Narzetti & Marques, 2021). Além disso, deve-se incorporar parâmetros adaptativos a essas novas infraestruturas, transformando o enorme problema do déficit e inadequação desses serviços básicos em uma grande oportunidade de adaptação transformativa, cooperando para atingir também a Meta Global para Adaptação na COP28, a qual teve incluída o “saneamento resiliente ao clima” com um de seus objetivos temáticos, oferecendo uma oportunidade para aumentar os esforços conjuntos na adaptação dos serviços de saneamento (Ahmed et al., 2025).

Por fim, a construção de resiliência urbana ainda enfrenta o desafio de gestão dos resíduos sólidos, de forma sustentável e resiliente. No Brasil, a composição dos resíduos é diversificada, mas com uma grande proporção de resíduos orgânicos e plásticos. A destinação é um problema; a coleta é predominantemente realizada por prefeituras, mas a cobertura é desigual, especialmente em áreas rurais e comunidades menos favorecidas, com muitos municípios ainda recorrendo a lixões, que são inadequados e causam impactos ambientais e sociais (BNDES, 2024b).

Entre os principais desafios da gestão de resíduos urbanos podem ser citados a falta de infraestrutura e de recursos nos municípios; a baixa conscientização ambiental da população ou, para as pessoas conscientes, a dificuldade na mudança de comportamento; a informalidade da reciclagem feita por catadores e a ausência de implementação efetiva da legislação. Além disso, muitos resíduos, especialmente os itens plásticos, obtidos a partir de insumos fósseis e consumidos em larga escala, não possuem capacidade de biodegradação; apenas se fragmentam, produzindo imensas quantidades de microplásticos já presentes em praticamente todos os



ambientes naturais, gerando severos impactos ambientais, além de danos aos animais e população humana (Ziani et al., 2023).

Segundo dados divulgados pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (Abrema, 2024), no país, foram gerados 81 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2023. Os dados refletem o crescimento populacional, a urbanização e os padrões de consumo da população (Nascimento et al., 2015).

Durante as últimas décadas (1990-2021), em comparação com outros setores, o setor de resíduos foi o que mais aumentou as emissões de metano no Brasil, sendo responsável por 16% do total. Apesar disso, a importância deste setor dentro das ações climáticas ainda não é adequadamente reconhecida (SEEG, 2022).

A gestão de resíduos no Brasil apresenta desigualdades marcantes entre diferentes regiões. Essas disparidades estão relacionadas a fatores econômicos, sociais e ambientais. Regiões mais desenvolvidas, como o Sudeste, têm melhores infraestruturas de coleta e tratamento de resíduos. Em contrapartida, no Norte e Nordeste, muitos municípios enfrentam dificuldades na coleta e destinação adequada. No Brasil, estima-se que 61% dos RSU coletados em 2022 foram encaminhados para aterros sanitários, correspondendo a 43,8 milhões de toneladas de resíduos.

Com relação aos impactos, regiões mais vulneráveis frequentemente são mais afetadas pela contaminação do solo e da água, o que afeta a saúde pública e a qualidade de vida das populações. A pobreza e a falta de recursos em algumas regiões dificultam a implementação de soluções efetivas, perpetuando um ciclo de descaso e poluição.

Esses aspectos mostram a complexidade da gestão de resíduos sólidos no país e a necessidade de uma abordagem integrada e colaborativa para enfrentar os desafios e promover a sustentabilidade (Brasil, 2022b).

Existem poucos trabalhos de revisão que investigam os impactos da mudança climática nos serviços de saneamento, se concentrando nas alterações dos padrões de precipitação e no consequente aumento dos riscos de inundação para cidades (Hyde-Smith et al., 2022). Lima et al. (2018) encontraram padrões indicativos de aumento positivo nos totais anuais de chuva na Região Metropolitana de São Paulo, mas ressaltam que já existem desafios atuais para garantir a demanda de abastecimento de água potável na região, sendo necessário investimentos em aumento da capacidade de armazenamento, com a construção de mais reservatórios e represas, na coleta de água da



chuva em edifícios novos e antigos nas cidades e na utilização de água reciclada/reutilizada para irrigação de paisagens ou na recarga de aquíferos subterrâneos.

A mudança climática acarreta um aumento significativo dos desafios atuais para garantir um serviço confiável e de qualidade para toda a população, notadamente o aumento do risco aos sistemas de saneamento, em consequência tanto de eventos extremos e mudanças graduais no ciclo hidrológico, com correspondentes alterações nos recursos hídricos, como também (Usaid, 2015; WHO, 2019):

- Precipitação mais intensa ou prolongada: Maior precipitação em um evento pode criar inundações mais frequentes e intensas, com potencial de interromper os serviços de gerenciamento de lodo, quando as estradas e o acesso a plantas de contenção e/ou tratamento forem bloqueados, podendo ainda resultar em transbordamentos de esgotos, excedendo a capacidade de tratamento de plantas de tratamento de águas residuais. Possível aumento da degradação e falha dos tubos de esgoto, levando a uma maior taxa de substituição e maiores custos de manutenção.
- Precipitação mais variável ou reduzida: Períodos secos mais longos podem levar a um declínio no abastecimento de água, impedindo o funcionamento de sistemas de saneamento que dependem de água, como vasos sanitários, e obstruções devido a baixos fluxos de esgoto, com menores vazões mínimas. Declínios de longo prazo na disponibilidade de água superficial podem diminuir a viabilidade de aproveitamento dos recursos hídricos e reduzir a capacidade das fontes de água superficial de diluir e atenuar poluentes contidos no efluente de águas residuais. Alta variação na precipitação pode causar movimento do solo em solos com alto teor de argila, resultando em danos aos tubos de esgoto assentados nestes locais. Condições mais secas também podem ter um efeito benéfico de atenuar o fluxo de patógenos para fontes de água.
- Tempestades e ciclones mais frequentes ou intensos: Tempestades podem danificar ou destruir tubulações de esgoto, fontes de energia, estações de tratamento, estruturas de latrinas individuais e coletivas etc., potencialmente resultando em aumento da defecação a céu aberto e interrupções nas instalações de bombeamento e tratamento.

- Elevação do nível do mar: A elevação dos níveis do mar e a consequente salinização podem expor plantas de tratamento de águas residuais costeiras e outras infraestruturas de saneamento à inundação e à água salgada corrosiva. Sistemas de esgotamento localizados próximos ao nível do mar podem estar sujeitos a aumento do gradiente das marés, maior infiltração de água subterrânea e sobrecarga do sistema. Isso pode resultar em redução na capacidade de descarga e aumento do risco de extravasamento durante eventos de alta precipitação e marés altas concomitantes.
- Temperaturas mais variáveis e crescentes: Temperaturas mais altas da água podem ser mais propícias à proliferação de algas, agravando os efeitos da poluição de saneamento em águas doces. Temperaturas mais altas também podem ter um efeito benéfico de aumentar a eficiência dos processos biológicos no tratamento de águas residuais.

Um impacto adverso da mudança climática se refere ao potencial efeito em cascata ocasionado pela falha dos sistemas de drenagem, ocasionando eventos de inundação, principalmente quando estes eventos atingem as infraestruturas críticas, dentre elas, o próprio sistema de saneamento (Hilly et al., 2018; Romero-Lankao & Norton, 2018; De Bruijn et al. 2019; Almeida et al., 2020; Fekete, 2020). Uma grande inundação pode afetar também o setor de energia, que, em consequência, afeta os sistemas urbanos de água, ocasionando falhas que podem ameaçar a capacidade de tratamento de água, além de ocasionar falhas de sistemas eletromecânicos, de bombeamento e de controle (Romero-Lankao & Norton, 2018; Almeida et al., 2020). O mesmo pode acontecer quando há a interrupção de sistemas de comunicação, quando poderá haver comprometimento na operação de comportas e bombas (De Bruijn et al., 2019).

As infraestruturas de saneamento no Brasil já enfrentam desafios significativos para sua universalização, os quais são potencializados diante da mudança climática, com estudos indicando que eventos extremos, como inundações e secas mais severas, intensificam a vulnerabilidade do sistema de saneamento, demandando investimentos urgentes em adaptação e resiliência (ANA, 2020; IPCC, 2021)

1.2.5. Habitação Social e Informalidade

A informalidade e a precariedade habitacional estão entre os maiores desafios para a adaptação das cidades (Satterthwaite et al., 2020; UN-Habitat, 2018). A informalidade em assentamentos urbanos decorre, principalmente, de regulamentações inadequadas e da falta de fiscalização, especialmente quando as normas são projetadas para economias de renda mais alta, sem considerar que grande parte da população ainda vive em situação de pobreza (Brown et al., 2014). Além disso, está associada à baixa renda e a riscos ambientais, não como causa, mas como reflexo da desigualdade e da pobreza (Brown et al., 2014).

A vulnerabilidade à mudança climática e seus efeitos é acentuada pelo entrelaçamento da desigualdade, pobreza e informalidade, fatores que moldam as cidades (Romero-Lankao et al., 2014; Rasch, 2017; Leal Filho et al., 2019) e podem dificultar a adaptação (Castellanos et al., 2022). No processo de urbanização das cidades brasileiras, as populações de menor renda foram expulsas para áreas periféricas e com difícil acesso, de infraestrutura precária e maior risco de desastres, como várzeas de rios e encostas, geralmente sem valor imobiliário por consistir em áreas *non aedificandi* (; Di Giulio et al., 2019; Saito et al., 2019; Du; Greiving; Yap, 2022; Bastos Moroz & Thieken, 2024; Brasil, 2024a). Por estarem à margem das leis e regulamentações formais sobre propriedade, uso do solo e normas construtivas, o Estado frequentemente evita trabalhar com os assentamentos informais e, como resultado, esses assentamentos carecem de infraestrutura essencial para a redução de riscos — como contenção de encostas e saneamento — além de serviços sociais fundamentais para a resiliência (Revi et al., 2014; Satterthwaite et al., 2020). A vulnerabilidade socioambiental e territorial desses assentamentos se agrava ainda mais diante de eventos climáticos extremos, pois seus moradores dispõem de poucos recursos para enfrentar e se recuperar dos impactos gerados por essas crises (Castellanos et al., 2022).

No Brasil, há 12.348 favelas e comunidades urbanas, onde vivem 16,5 milhões de pessoas (IBGE, 2024), e estima-se que mais de 8,2 milhões de pessoas vivam em áreas de risco sujeitas a inundações, enxurradas e movimentos de massa (IBGE, 2018). Essas são áreas prioritárias para fortalecer a resiliência da comunidade à mudança climática, através de programas de formalização da propriedade, melhorias habitacionais,

obras de contenção de risco de desastres e provisão de serviços públicos (Satterthwaite et al., 2020).



O déficit habitacional no Brasil, estimado em 6,2 milhões de domicílios – o que representa 8,3% do total de domicílios particulares ocupados no país (FJP, 2023) – é mais um desafio agravado pela mudança climática. Em 2023, o Brasil foi o país das Américas com o maior número de deslocamentos humanos internos, totalizando 745 mil pessoas afetadas por desastres (IDMC, 2024). Esse problema se manifesta tanto pela remoção de moradores de áreas de risco de desastres quanto pelo deslocamento forçado de pessoas vulnerabilizadas atingidas por eventos climáticos em busca de melhores condições de vida (Brasil, 2024a).

O deslocamento induzido por desastres naturais e mudança climática representa uma ruptura profunda no tecido social, afetando desproporcionalmente populações negras e de baixa renda, já expostas a múltiplas vulnerabilidades preexistentes (Cunha, 2012; Muggah, 2015). Esse processo implica o desenraizamento de territórios de pertencimento, comprometendo laços afetivos, redes de suporte e identidades culturais (Espinoza Soto et al., 2022). A migração forçada por desastres não apenas interrompe sistemas sociais, mas também reforça desigualdades estruturais e relações de poder, uma vez que a resposta e a recuperação dependem da resiliência e da capacidade de enfrentamento dessas comunidades, frequentemente limitadas por fatores socioeconômicos e institucionais (Islam e Khan, 2018; Espinoza Soto et al., 2022). Assim, o deslocamento torna-se parte de um ciclo de exclusão, precarização e marginalização, com implicações de longo prazo para a integração social e econômica das

populações afetadas (Xavier Arena et al., 2024), muitas vezes transferindo, ou reproduzindo, vulnerabilidade de um local ou de uma comunidade para outra.

No âmbito das políticas habitacionais, a realocação de famílias para locais distantes de suas redes de apoio e do acesso a oportunidades reforça a condição de vulnerabilidade (Marques & Rodrigues, 2013). Programas massivos de produção habitacional aumentam as condições materiais da população de menor renda, mas a sua má localização resulta em um fardo para as famílias que passam a gastar mais com deslocamentos e a ter menos acesso às redes de apoio (Libertun de Duren, 2018). As políticas habitacionais não costumam abordar as necessidades que perpetuam a pobreza, a vulnerabilidade e a marginalização (Garcia, 2017; Wainer & Vale, 2021).

Tendo em vista o efeito de transferência de vulnerabilidade, o programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV) foi reformulado em 2023 com o objetivo de oferecer “melhor localização dos empreendimentos habitacionais, garantindo a proximidade ao comércio, a equipamentos públicos e acesso ao transporte público” (Brasil, 2023b). O MCMV produziu 6 milhões de unidades habitacionais no período de 2009 a 2019, através de subsídios públicos e privados no valor de R\$ 223 bilhões de reais (Brasil, 2020a) através das seguintes linhas de financiamento: Produção Habitacional Subsidiada, Aquisição Financiada, MCMV Cidades e Pró Moradia (Brasil, 2023c). O programa atende famílias com renda mensal de até R\$ 8.000,00 em áreas urbanas e, dentre outros critérios, prioriza o atendimento de famílias que tenham perdido a moradia em razão de desastres ou que sejam residentes de áreas de risco.

Outro programa habitacional relevante para endereçar a questão de resiliência e acesso a oportunidades é o Programa de Democratização de Imóveis da União (Imóvel da Gente). Esta iniciativa tem como objetivo utilizar o patrimônio da União para implementar políticas de habitação e regularização fundiária (Decreto Federal Nº 11.929, de 26 de fevereiro de 2024; Brasil, 2024b). Através desse programa, movimentos de moradia podem indicar que edifícios do patrimônio da união, localizados em centros urbanos, sejam transformados em moradia. Ao aproveitar a utilização de imóveis ociosos em lugares já providos de infraestrutura, esse programa alinha-se aos princípios da função social e ambiental da propriedade, conceito inicialmente estabelecido pelo Estatuto da Cidade (Brasil, 2001) cujo escopo

amplia-se frente à mudança climática (Evers & Rossbach, 2023; Machado et al., 2023).



Fortalecer a resiliência urbana à mudança climática, especialmente em comunidades vulnerabilizadas, é um desafio complexo. Abordagens tradicionais de cima para baixo, com processos lineares de projeto, implementação e monitoramento, são insuficientes. Em vez disso, esforços colaborativos que envolvem organizações da sociedade civil, formuladores de políticas e acadêmicos na co-criação de perspectivas mais inclusivas sobre riscos urbanos e prioridades de resiliência podem levar a uma tomada de decisão mais eficaz (Bárcena & Bahadur, 2023). No entanto, para que essas iniciativas de coprodução tenham um impacto significativo, é essencial considerar as dinâmicas de poder que influenciam a urbanização e o risco climático.

Para que a co-criação e os processos bottom-up sejam efetivos, é necessário estabelecer mecanismos de governança que promovam a participação ativa das comunidades afetadas na formulação e implementação de soluções de adaptação (Schipper et al., 2022; Jacobi, 2023). Grupos que vivem em áreas informais são frequentemente marginalizados e excluídos das arenas decisórias, limitando sua capacidade de influenciar políticas que impactam diretamente suas vidas (Castellanos et al., 2022). A incorporação de abordagens de Soluções baseadas na Comunidade pode fortalecer essa inclusão ao valorizar o conhecimento local e ampliar a resiliência territorial (Reid et al., 2009). Dessa forma, a participação das comunidades na construção de estratégias de adaptação não apenas aprimora a legitimidade e a eficácia das políticas públicas, mas

também contribui para a redução de desigualdades históricas (Jacobi, 2023).

A informalidade e a precariedade habitacional são desafios centrais para a adaptação urbana à mudança climática, exigindo abordagens que considerem a complexidade das desigualdades socioeconômicas e espaciais (IPCC, 2022). A regularização fundiária, a melhoria da infraestrutura e a incorporação de soluções baseadas na natureza são estratégias para fortalecer a resiliência das comunidades vulnerabilizadas (Castellanos et al., 2022). No entanto, a efetividade dessas iniciativas depende da articulação entre políticas habitacionais, planejamento urbano e inclusão social, de modo a evitar a reprodução de padrões de segregação e vulnerabilidade.

1.2.6. Saúde e Bem-estar Humano

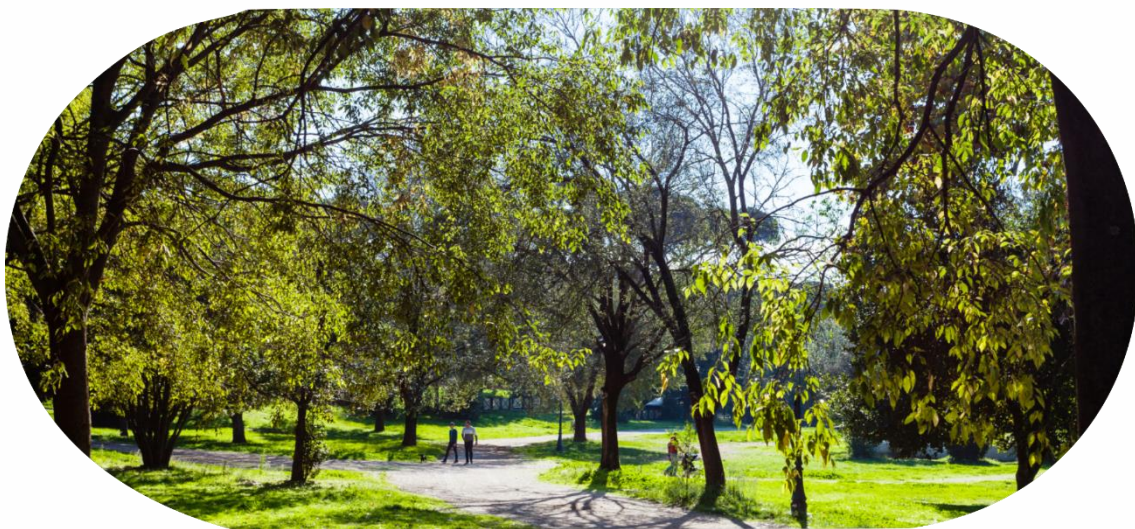
A qualidade de vida urbana abrange não apenas os elementos fundamentais para o bem-estar humano, como saúde física e mental, segurança, educação, trabalho e renda, mas também está intimamente ligada a aspectos sócio-ambientais (Enssle & Kabisch, 2020; Berdejo-Espinola et al., 2024).

Uma ampla gama de indicadores materiais e imateriais vem sendo discutida para retratar a "boa qualidade de vida", com a biodiversidade desempenhando um papel crucial. Basicamente, quatro vias conectam a biodiversidade à saúde e bem-estar humano, de forma benéfica ou negativa (Marselle et al., 2021): por redução de danos (provisão de medicamentos, redução da exposição à poluição atmosférica e sonora); pela restauração (da atenção, redução de stress); pela sua capacidade construtiva (promoção de atividades físicas, de experiências transcendentais); e pela via dos danos causados (perigos da vida selvagem, zoonoses, alérgenos).

Entre as dimensões materiais, os principais aspectos incluem segurança alimentar, hídrica e energética, moradia, renda e saúde. Na dimensão imaterial, elementos notáveis são equidade, fortes relacionamentos sociais, senso de identidade cultural, segurança pessoal e física, liberdade de escolha e ação e acesso à educação (IPBES, 2019). Nesse contexto, a biodiversidade está diretamente relacionada a esses indicadores e se torna elemento-chave nos processos de planejamento urbano (Vörösmarty et al., 2010; Glamann et al., 2017; Bressane et al., 2024). No entanto, a rápida urbanização das

ciudades brasileiras resultou em um cenário atual de homogeneização biótica (Moro et al., 2015), juntamente com a distribuição desigual de espaços verdes-azuis de alta qualidade dentro do tecido urbano. Essa dinâmica frequentemente favorece uma maior quantidade e qualidade de vegetação urbana em áreas com maior renda média per capita (Arantes et al., 2021; Sun et al., 2022; Bressane et al., 2024), tendo impacto direto sobre a justiça socioterritorial e climática dos sistemas urbanos.

Globalmente, enquanto muitos indivíduos visitam áreas protegidas para se conectar com a natureza e vivenciar mais intimamente a biodiversidade (Balmford et al., 2015), populações menos ricas e normalmente vulneráveis, na maioria das cidades brasileiras de médio e grande porte, permanecem distantes das áreas naturais dentro dos territórios municipais. Isso tem levado a um fenômeno descrito como a “extinção da experiência”, ou seja, a redução do contato com a natureza, resultante não somente da mudança de hábitos de vida, mas também da falta ou má distribuição de espaços naturais pelo sistema urbano, principalmente espaços saudáveis, biodiversos e acessíveis a todos (Soga e Gaston, 2016; Jiang & O’neill, 2017).



Dentre os espaços de experiência da natureza nas cidades, os parques urbanos se destacam. Eles servem como refúgios essenciais onde os moradores da cidade podem encontrar tranquilidade e paz com a natureza, ao mesmo tempo em que são capazes de promover múltiplos benefícios psicológicos, favorecendo esse aspecto fundamental da saúde humana (Liu et al., 2023). Estudos mostram que, além do contato direto com a vegetação, o som de diversas espécies de pássaros em áreas urbanas contribui para a redução do estresse (Taylor et al., 2020;



Uebel et al., 2021; Zehra & Sharma, 2023; Korpilo et al., 2024), ressaltando a importância de manter altos padrões de biodiversidade em espaços verdes urbanos, já que não apenas a vegetação, mas também a fauna em áreas urbanas pode impactar positivamente a saúde da população. A arborização urbana, também desempenha um papel importante, pela sua capacidade de se integrar de forma robusta ao tecido urbano, criando corredores para a avifauna e sombreando as vias públicas. Ao tornar os espaços urbanos mais verdes e habitáveis, aproxima-se a natureza da cidade de forma ampla, como demonstrado no caso de Medellín, que criou um projeto de corredores ecológicos de avifauna na cidade (Alcaldía de Medellín, 2015).

Além disso, evidências de várias partes do mundo demonstram que uma maior diversidade de árvores está associada a uma menor incidência de problemas de saúde física e mental (Rook, 2013; Kuo, 2015; Aerts et al., 2018; Giacinto et al., 2021), e que o aumento da exposição às áreas verdes pode levar à redução de diversos riscos à saúde (Oliveira et al., 2022). Padrões similares têm sido descritos para as áreas azuis. As áreas azuis — como praias, manguezais, estuários, lagoas costeiras e trechos urbanos com presença de corpos d'água — têm papel central na promoção do bem-estar humano, especialmente em contextos urbanos marcados por desigualdades socioambientais e pelo aumento dos impactos das mudanças climáticas. Evidências científicas demonstram que o contato com ambientes aquáticos naturais está associado à melhoria da saúde física e mental, à redução do estresse e ao fortalecimento dos vínculos sociais, sendo especialmente benéfico para crianças, idosos e populações em situação de vulnerabilidade (Fleming et al., 2019; Leavell et al., 2019; Georgiou et al., 2021). Em cidades costeiras, onde grandes contingentes populacionais vivem em áreas de risco e com menor acesso à infraestrutura verde e azul, essas zonas oferecem um amortecimento natural frente a eventos extremos, além de espaços para lazer, contemplação e atividades físicas. No entanto, a distribuição desigual dessas áreas evidencia desafios de justiça climática e acesso ao bem-estar. Promover sua conservação, recuperação e gestão equitativa não é apenas uma medida ambiental, mas uma estratégia essencial de saúde pública e resiliência urbana, alinhada aos princípios da Saúde Única e às diretrizes da Década do Oceano (Masterson-Algar et al., 2022).

Outro ponto de destaque diz respeito aos aspectos ambientais, climáticos e da própria urbanização, que também podem contribuir para mitigar os impactos de doenças transmitidas por vetores (Carvalho et al., 2020). Dengue, malária e zika têm se tornado uma preocupação crescente num cenário onde a urbanização descontrolada cria ambientes propícios para a proliferação dos vetores (e.g., mosquito *Aedes aegypti*) (Lin et al., 2024). Neste cenário, o aumento de áreas não florestadas parece estar relacionado com o aumento de casos de algumas dessas doenças (Joyce et al., 2021).

Assim, a preservação de áreas urbanas e o contato com a natureza, além de todos os benefícios para o microclima urbano, a drenagem e inúmeras contribuições para redução de riscos associados à mudança climática, é capaz também de reduzir a vulnerabilidade da população ao contribuir para a sua saúde física e psicológica.

Outro ponto importante diz respeito à morfologia urbana, que pode favorecer ou reduzir a capacidade de iluminação, ventilação e insolação. Ainda, dependendo do clima local, ela pode criar ambientes que favorecem, por exemplo, a disseminação de doenças respiratórias, ou ainda a ampliação das ilhas de calor urbanas com consequências diretas sobre a saúde da população, dentre outros impactos (Huang et al., 2019; Ma, 2021).

As mudanças climáticas trazem uma série de efeitos para a saúde humana, incluindo aumento da incidência de doenças respiratórias, problemas de saúde mental a longo prazo (EBI et al., 2021), aumento dos riscos de doenças infecciosas e transmitidas por vetores e doenças não transmissíveis (DNTs) (Hunter et al., 2024).

As mudanças nos padrões de precipitação e a ocorrência mais frequente de secas, aliadas a temperaturas mais elevadas, são condições ideais para promover o crescimento de patógenos de doenças transmitidas por vetores (Zavaleta-Monestel et al., 2025). Eventos de temperaturas extremas também podem desencadear doenças relacionadas ao calor (como exaustão por calor, síncope por calor e insolação), dependendo da suscetibilidade individual (EBI et al., 2021).

As DNTs comuns (por exemplo, diabetes tipo 2 e obesidade) e as mudanças climáticas têm em comum vetores globais importantes: aumento da urbanização, aumento do uso de transporte e produção e



ingestão de alimentos ultraprocessados (Al-Shihabi et al., 2023). O diabetes tipo 2 (o tipo de doença mais frequente) tem origem num ambiente inflamatório interno que prejudica a resposta à insulina, e as altas temperaturas também afetam a atividade desta hormona, constituindo assim uma via importante que contribui para o aumento da incidência de diabetes (Natur et al., 2022).

As doenças cardiovasculares (DCV) também estão relacionadas a fatores ambientais. Uma ampla gama de poluentes, mas especialmente as partículas em suspensão, causam estresse oxidativo e inflamação sistêmica, levando a um aumento substancial das DCV (Sagheer et al., 2024).

Doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias, cânceres e diabetes, representam desafios significativos para a saúde pública, pois estão associadas à redução da qualidade de vida, limitações funcionais e aumento do risco de mortalidade (Costa Filho et al., 2018). O custo do tratamento das DNTs representa uma ameaça aos sistemas de saúde em todo o mundo (Greenberg & Pi-Sunyer, 2019). Além disso, essas doenças acarretam encargos sociais e econômicos significativos, pois muitas vezes se manifestam durante a fase produtiva da vida dos indivíduos.

Em função da possibilidade de aumento de temperatura no planeta, áreas protegidas nos arredores das cidades devem ser cada vez mais procuradas, por oferecerem ambientes com temperaturas mais amenas. No entanto, mudanças rápidas no uso da terra, como o desmatamento perto dos perímetros urbanos, colocam em risco esses potenciais refúgios (Krutilla et al., 1995; Daunt et al., 2019), especialmente em regiões onde as políticas públicas ambientais continuam sendo uma baixa prioridade (Di Giulio et al., 2019; Ferreira et al., 2023), exigindo especial atenção a este tema.

1.3. Planejamento e Projeto de Sistemas Urbanos Resilientes

1.3.1. Áreas Naturais

As áreas naturais urbanas, incluindo espaços verdes e azuis, são cruciais para mitigar os impactos da mudança climática e promover resiliência urbana. No entanto, a integração desses espaços no planejamento e desenho urbano enfrenta barreiras significativas, como fragmentação, desigualdade na distribuição, indicadores



limitados e declínio no uso de instrumentos formais de planejamento (ICLEI, 2022; Maretti et al., 2022; 2023). Esses desafios requerem abordagens sistêmicas e integradas que valorizem a complexidade e a multifuncionalidade das áreas naturais urbanas e periurbanas.

Embora indicadores como áreas verdes por habitante sejam amplamente utilizados, eles são insuficientes para representar a funcionalidade e a acessibilidade dos espaços naturais. Modelos como a "regra 3-30-300" (Konijnendijk, 2023) e o *ANGSt model* (Handley et al., 2003) oferecem diretrizes práticas, mas nem sempre apresentam validação científica robusta. Considerando a combinação das complexidades, dos processos urbanos e dos conjuntos de áreas naturais urbanas, é essencial adotar critérios mais amplos, que incluam conectividade ecológica, governança, acessibilidade e proximidade, entre outros, inclusive em áreas periurbanas, onde a pressão por expansão urbana é intensa (Mackres et al., 2023; Deng et al., 2024).

A desigualdade na distribuição de áreas naturais urbanas é outro desafio crítico, exacerbando as desigualdades socioeconômicas e os impactos da emergência climática. Estudos indicam que cidades em países em desenvolvimento apresentam menor cobertura de áreas naturais e maior desigualdade interna na sua distribuição (Arantes et al., 2021; Silva et al., 2023; Quirino, 2024). A conectividade entre áreas verdes e azuis por meio de corredores ecológicos e parques lineares pode reduzir essas desigualdades, além de melhorar a resiliência e a qualidade de vida urbana (Guirao et al., 2021; ICLEI, 2022).

O planejamento periurbano, atuando de forma preventiva, é particularmente relevante para integrar áreas naturais ao tecido urbano, promovendo a transição entre zonas rurais e urbanas de forma funcional e sustentável. No entanto, as áreas periurbanas são frequentemente negligenciadas nos planos diretores e nos sistemas formais de governança (Maretti et al., 2022). Esse descaso limita sua capacidade de funcionar como zonas-tampão que mitigam os impactos da mudança climática, como enchentes e ilhas de calor, e restringe o acesso das comunidades locais aos serviços ecossistêmicos essenciais (Cavalheiro et al., 1999; Maretti et al., 2023).

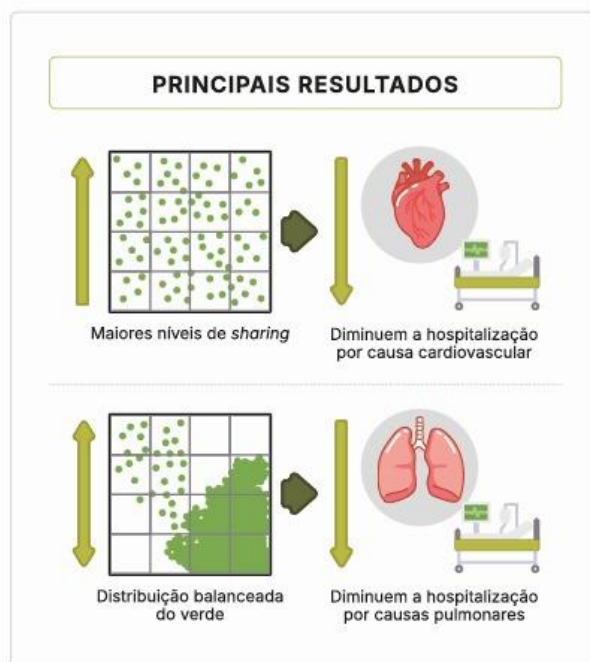


Figura 1. A importância da distribuição das áreas verdes e azuis urbanas (de Cirino, 2023, com base em Cirino et al., 2022).

No contexto do planejamento territorial, há um crescente reconhecimento do papel das bacias hidrográficas como unidades de planejamento estratégico. De acordo com Maretti (2024) e Nieuwenhuijsen (2024), essa abordagem permite integrar o gerenciamento de recursos hídricos com as dimensões socioculturais e territoriais, considerando o ciclo completo da água, desde sua origem até a infiltração, retenção e reuso. Guirao et al. (2021) destacam a importância de identificar áreas de alto valor ambiental ou com potencial para regeneração, com vistas à preservação de florestas ripárias (matas ciliares e de galeria), zonas de inundação e outras áreas naturais que promovam o equilíbrio entre desenvolvimento urbano e conservação.

A literatura sugere que medidas estruturais e não estruturais são complementares na gestão de áreas verdes e azuis. Por exemplo, redes de infraestrutura verde, redes de parques e sistemas de drenagem natural podem ser associados a políticas de zoneamento e planos diretores que priorizem a conservação de bacias hidrográficas (Maretti et al., 2022; ICLEI, 2022).

A integração histórica e cultural das áreas naturais no planejamento urbano também é um ponto central. A evolução dos conceitos de áreas verdes e azuis reflete a crescente conscientização sobre sua multifuncionalidade e valor ecológico, social e cultural (Stanley et al.,

2012; Sakata, 2018). Por exemplo, modelos históricos de parques urbanos, como os propostos por Cranz & Boland (2004), destacam a importância de espaços sustentáveis que conciliem lazer, cultura e conservação ecológica. Esses valores precisam ser incorporados em sistemas de planejamento contemporâneos, com atenção à diversidade de contextos socioeconômicos e culturais (Nucci & Cavalheiro, 1998; Maretti et al., 2023).

Para superar os desafios de governança e gestão fragmentada, é fundamental o desenvolvimento de Sistemas de Áreas Naturais Verdes e Azuis Protegidas e Conservadas (SANVAPCs), que combinem planejamento multiescalar, coordenação intersetorial e participação comunitária. Esses sistemas precisam incluir diretrizes claras para governança, financiamento, classificação e manejo das áreas, com foco em sua integração ao tecido urbano (ICLEI, 2022; Maretti et al., 2022; 2023). Adicionalmente, a adoção de padrões internacionais e nacionais para áreas protegidas e conservadas, como os propostos pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD, 2018; 2022) e pela UICN (Dudley, 2008) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Brasil, 2000), pode fortalecer sua efetividade e sustentabilidade (Maretti, 2021).



Figura 2. Conceito de progressividade em sistemas locais de áreas protegidas e conservada (Maretti, 2021a; 2023; 2024a).



Finalmente, as relações entre áreas naturais urbanas e periurbanas, saúde e bem-estar reforçam a necessidade de maior integração e planejamento. Estudos indicam uma relação positiva entre o acesso a espaços verdes e azuis e a qualidade de vida urbana, incluindo benefícios para a saúde mental, redução de estresse e promoção de atividade física (Maas et al., 2006; WHO Europe, 2021; Nieuwenhuijsen, 2024). Essas evidências destacam a importância de sistemas planejados que priorizem não apenas a conservação ambiental, mas também a interação positiva da sociedade com esses espaços (Gascon et al., 2016; Beute et al., 2023).

Uma perspectiva integrada que considere a bacia hidrográfica como unidade de planejamento amplia as possibilidades de conectar as áreas naturais ao tecido urbano de forma funcional e resiliente. Essa abordagem permite que as dinâmicas ecológicas e sociais das bacias sejam compreendidas e incorporadas, promovendo não apenas a conservação de florestas ripárias, zonas inundáveis e corredores ecológicos, mas também o gerenciamento eficiente do ciclo da água em múltiplas escalas. Ao alinhar o planejamento territorial às características naturais e socioeconômicas das bacias hidrográficas, torna-se possível criar sistemas que maximizem a retenção e infiltração de água, reduzam os riscos climáticos e ampliem os benefícios ecológicos e sociais. Dessa forma, áreas verdes e azuis deixam de ser elementos isolados para se tornarem estruturantes no enfrentamento da mudança climática e na promoção de cidades mais sustentáveis e equitativas (Guirao et al., 2021; Maretti et al., 2023; Nieuwenhuijsen, 2024).

1.3.2. Uso e Ocupação do Solo

Reduzir os riscos associados à mudança do clima nas cidades envolve atuar nas causas do aquecimento global, com ações de mitigação, reduzir a vulnerabilidade e a exposição dos sistemas urbanos, com ações de adaptação, e, também, lidar com as possíveis perdas e danos resultantes de riscos residuais, por meio de gestão de desastres (IPCC, 2022).

No cerne da mitigação e da adaptação, está uma transformação radical da produção do território urbano. O modelo de cidade, de estruturação do espaço, e as formas de produção e reprodução do sistema urbano, de muitas maneiras insustentáveis (Lemos, 2022), precisam ser compreendidos e reorientados para um Desenvolvimento Resiliente ao Clima (*Climate Resilient Development*

- *CRD*), por meio do que a ciência tem classificado como adaptação transformativa (Schipper et al., 2022; Adelekan et al., 2022), como apresentado em 1.1 - Vulnerabilidade sócio-climática, desigualdade e adaptação transformativa. Essa não é tarefa simples ou de resultados em curto prazo, que possa se resumir apenas a uma escala – deve ser multiescalar, pensada do edifício, à cidade, à região e país –; ou a uma agenda urbana apenas – cidades compactas, sustentáveis, utilizando soluções baseadas na natureza, inteligentes, entre outras –; ou a uma abordagem (órgão de governo, política, programa) setorial apenas (uso e ocupação do solo, meio ambiente, mobilidade, saneamento, habitação, para citar apenas alguns). Isso define o desafio da adoção de estratégias de planejamento e governança sistêmicos, de longo prazo, multilecala, intersetorial, integrado e inclusivo (Castellanos et al., 2022), que evite efeitos perversos colaterais que ampliem injustiças sociais, climáticas e territoriais, resultando em maladaptação (Schipper, 2020).

As cidades têm a oportunidade de implantar estratégias de justiça climática ou *Climate-Resilient Development* (IPCC, 2022), onde se consideram as necessidades de desenvolvimento urbano com base em estratégias de mitigação e adaptação aos efeitos da mudança climática.

Evidências indicam que a mitigação e a adaptação aos efeitos da mudança climática exigem transformações significativas nas estratégias de planejamento territorial (Castellanos et al., 2022). Estudos destacam a importância de análises multiescalares para compreender os impactos climáticos em diferentes contextos, como biomas, áreas urbanas e territórios vulneráveis (IPCC, 2022; Maretti et al., 2023).

Na escala regional, observa-se que o modelo de desenvolvimento econômico molda o uso do solo, muitas vezes associado à exploração intensiva de recursos naturais. A análise dos efeitos da mudança climática sobre os biomas e a gestão sustentável dos recursos é fundamental para orientar políticas regionais (Maretti et al., 2023).

No âmbito urbano, estudos sugerem que o sucesso do planejamento para a resiliência é condicionado pela correta avaliação de vulnerabilidades do sistema urbano frente a eventos climáticos extremos ou progressivos previsíveis, que ampliam a possibilidade de perdas e danos em situações inundações, deslizamentos, ondas de calor, dentre outras (IPCC, 2022). Além disso, o conhecimento das projeções populacionais e potenciais fluxos de refugiados climáticos de áreas urbanas severamente afetadas (Castles, 2002) também vai



condicionar o sucesso do planejamento de sistemas resilientes. Essas análises permitem delinear estratégias que combinam a preservação ambiental com a resiliência urbana (Machado et al., 2023).

A literatura indica que planos e políticas eficazes são aqueles que integram ações climáticas em múltiplas agendas, superando a fragmentação setorial. A transversalidade do tema climático, associada a evidências científicas robustas, pode ampliar o impacto de políticas públicas e criar bases para decisões políticas de longo prazo (ICLEI, 2022; Ferreira et al., 2024).

Atualmente, nas propostas de planos e políticas encontradas, a agenda verde e azul segue relevante -- prevendo ampliação de vegetação, elementos urbanos com água, locais de resfriamento, corredores de vento, para redução do estresse térmico, com diretrizes para parques urbanos arborizados, corredores verdes, tetos verdes (Duarte et al., 2015), manutenção dos manguezais e recifes em zonas costeiras e incluindo os processos educacionais, que são essenciais para fortalecer a consciência humana para um uso e ocupação sustentável. A preservação e recuperação de áreas verdes, além de reduzir a poluição e amenizar os efeitos do clima, ajuda a proteger ecossistemas e o ciclo natural das águas, como discutido no Capítulo 2. Soluções Baseadas na Natureza para Cidades Resilientes ao Clima.

Os chamados refúgios climáticos ou oásis urbanos têm sido destacados como medidas incrementais para o enfrentamento das ilhas de calor nas cidades. Esses espaços são integrados a equipamentos urbanos, como parques, terminais de ônibus e outros locais públicos, oferecendo áreas de conforto térmico durante eventos de calor extremo (Sousa et al., 2022). Em Paris, foram implementados os "refúgios frescos" — áreas públicas climatizadas ou sombreadas por vegetação, com acesso à água potável, onde garrafas de água são distribuídas à população (Muñoz & Duarte, 2025). Além disso, diversos estudos têm demonstrado a importância de refúgios climáticos para eventos extremos, como bibliotecas, escolas e centros de convivência, os quais devem estar devidamente preparados para as comunidades impactadas com a perda de suas moradias durante os eventos (Amorim-Maia et al., 2022; 2023).



Na cidade de Nova York, onde o calor é considerado uma das maiores ameaças climáticas, foram adotadas medidas como a maximização do acesso a ambientes internos resfriados, o resfriamento de edificações e a arborização da cidade (com meta de 30% de cobertura de copas de árvores na área urbana) (*City of New York*, 2023). Adicionalmente, discute-se estratégias complementares às de planejamento e projeto territorial, como a flexibilização de horários para trabalhadores expostos ao calor, para minimizar os impactos na saúde (Sousa et al., 2022).

A integração entre infraestruturas cinzas e verdes-azuis (infraestruturas híbridas) tem sido identificada como uma estratégia importante para ampliar a resiliência do manejo das águas urbanas e saneamento nos sistemas urbanos e reduzir os riscos associados às ameaças da mudança climática, particularmente em eventos de forte precipitação pluviométrica (Dawson et al, 2018; Andersson et al., 2022; Castellanos et al. 2022). Pesquisas apontam que o adensamento populacional, aliado à preservação de áreas naturais com potencial para conservação, é essencial para manter o ciclo hidrológico e os serviços ecossistêmicos, fundamentais para a resiliência urbana (ICLEI, 2022; Maretti et al., 2023). A revisão de modelos urbanos historicamente baseados na expansão territorial horizontal, para adoção de modos de ocupação territorial mais eficientes, ambientalmente, climaticamente e, também, economicamente, pode contribuir para sistemas urbanos mais sustentáveis, ao mesmo tempo em que protege áreas críticas para a regulação climática e a biodiversidade (Machado et al., 2023).

No setor habitacional, há um consenso crescente sobre a necessidade de descarbonizar programas habitacionais e adotar práticas mais



sustentáveis, como a priorização da reforma, reaproveitamento e reutilização de edificações, em oposição a processos intensivos em demolição e reconstrução. Além disso, a transição energética é frequentemente destacada como um ponto central, envolvendo a produção de energia limpa e o acesso equitativo a essa energia, com preços acessíveis para toda a população (Leite et al., 2023; Gilmore et al., 2023). Ainda nesse setor, o desafio da adaptação de assentamentos informais tem ganhado mais evidência no debate global, e é central para a resiliência de cidades brasileiras, já que, segundo o último Censo do IBGE, de 2022, 16.390.815 de pessoas moram em favelas e assentamentos informais (superando 8% da população) e as intervenções nessas áreas abordam a redução de risco de desastres deflagrados por eventos climáticos com frequência, mas não investem em meios de adaptação transformativa, permitindo a reprodução da vulnerabilidade (See & Wilmsen, 2020; Castellanos et al., 2022).

Dentro das estratégias de construção de resiliência urbana, a água (acesso à água potável e para atividades domésticas e econômicas, mas também o manejo de águas urbanas) é outro tema crítico para mitigação e adaptação à mudança climática. A modificação do ciclo hidrológico urbano, devido à expansão urbana desordenada e à impermeabilização do solo, aumenta a exposição e a vulnerabilidade do sistema urbano e, logo, amplia os riscos relacionados a eventos climáticos. Respeitar áreas naturais e restaurar ecossistemas degradados são medidas que fortalecem a capacidade de infiltração, retenção e regulação hídrica, reduzindo vulnerabilidades urbanas (Sousa et al., 2022; Bertoleti et al., 2025).

Essas abordagens sugerem que políticas e planejamentos urbanos devem incorporar a proteção, recuperação ou manejo adequado de áreas naturais como componente essencial do processo de adensamento e desenvolvimento sustentável das cidades, assegurando a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a resiliência climática.

Diferentes agendas e modelos têm sido propostos para abordar os desafios climáticos nas cidades. Agendas históricas, como a de sustentabilidade, permanecem relevantes, desde que se evite sua apropriação pelo mercado em práticas como o *greenwashing* (ICLEI, 2022). Entre os modelos atuais, destacam-se as soluções baseadas na natureza (SbN), que visam a gerir ecossistemas aquáticos e terrestres de forma sustentável e adaptativa (UNEA, 2022.), colaborando para reduzir os impactos negativos de chuvas intensas, escassez de água e aumento das temperaturas médias em sistemas urbanos. Dentre as

inúmeras estratégias de aplicação de SbN nas cidades, as cidades-esponja (Chikhi et al., 2023), por exemplo, utilizam estratégias como drenagem, retenção e absorção de águas pluviais, combinando sistemas naturais e projetados para reduzir o impacto das cheias e melhorar a gestão hídrica (Duarte et al., 2015).

As Soluções baseadas na Natureza (SbN) têm sido reconhecidas como estratégias eficazes para aumentar a resiliência urbana diante da mudança climática (Souza et al., 2022), promovendo a restauração, conservação e manejo sustentável dos ecossistemas. Essas soluções fortalecem a biodiversidade, melhoram os serviços ecossistêmicos e contribuem para a adaptação e mitigação dos impactos climáticos. Em casos de áreas densamente urbanizadas, pode-se planejar e projetar soluções híbridas para otimização dos espaços. Ou seja, associar infraestruturas tradicionais, como piscinões e diques a SbN, de modo a potencializar os benefícios ambientais, sociais e econômicos. São consideradas alternativas custo-efetivas, multifuncionais e capazes de gerar benefícios diretos para a população urbana, como o aumento da segurança hídrica, a regulação do microclima e a melhoria da qualidade ambiental (Novotny et al., 2010; CE, 2015; IUCN, 2016)

Além das abordagens já mencionadas, algumas cidades têm investido na adaptação e conservação de infraestruturas existentes. Em Nova York, estratégias de drenagem de águas pluviais foram implementadas para reduzir inundações e transbordamentos, além de medidas para filtrar sedimentos e proteger o abastecimento de água durante eventos extremos (*City of New York*, 2023). Estudos sobre a segurança alimentar local levaram à criação de metas para reduzir emissões relacionadas à cadeia de alimentos e promover práticas agrícolas sustentáveis na região (Goytia, 2024a, b, c).

A gestão de resíduos também tem ganhado atenção, com esforços para criar economias circulares que integrem a reciclagem e reutilização de materiais, desde orgânicos até insumos como o asfalto. Essas iniciativas refletem a importância de soluções integradas e multiescalares para a resiliência urbana frente à mudança climática (ICLEI, 2022; Goytia, 2024a, b, c).

Estudos sugerem que estratégias climáticas urbanas que avançam para além de ações reativas, adotando uma postura preventiva e transformativa, têm maior potencial de lidar com os desafios impostos pela mudança climática (IPCC, 2022). A gestão do ambiente urbano, nesse contexto, precisa abordar não apenas medidas de mitigação, mas também ações adaptativas voltadas às especificidades das cidades (Ferreira & Duarte, 2019).



A adaptação climática é analisada como uma prática que deve considerar fatores locais, incluindo aspectos físicos, hidrológicos, culturais, históricos e políticos. Essas análises destacam a relevância de compreender as desigualdades sociais e os diferentes graus de vulnerabilidade entre populações, como idosos, crianças, comunidades racializadas e pessoas em situação de rua. Diversos estudos apontam para a necessidade de incorporar princípios de justiça climática, incluindo a priorização de grupos mais expostos aos impactos da mudança climática (Chu et al., 2016; Chu et al., 2018; Reckien et al., 2017; Shi et al., 2016; IPCC, 2022), entretanto, muito se discute sobre a efetividade de processos comumente utilizados de inclusão e participação nas arenas de decisão (Yazar et al., 2025).

A literatura também explora estratégias voltadas para a resiliência de territórios vulneráveis, envolvendo a identificação e caracterização de áreas e populações em risco (Castellanos et al., 2022). Essas abordagens enfatizam a importância de considerar dimensões transdisciplinares relacionadas às ameaças impostas pela mudança climática e pela crise habitacional, destacando os impactos desproporcionais em territórios populares. Os impactos sobre esta população marginalizada, segregada, vulnerável, geralmente são enormes. E as intervenções no campo das melhorias habitacionais e urbanização de favelas normalmente focam em redução de risco geotécnico e nem sempre em redução de vulnerabilidade (Castellanos et al., 2022), lembrando que o aspecto humano integra a capacidade adaptativa, como apresentado em 1.2.5. Habitação Social e Informalidade. Sendo assim, são ações geralmente incrementais, que não chegam a promover uma transformação efetiva e, portanto, resiliência (Satterthwaite et al., 2020; IPCC, 2022; Taylor et al., 2025).

Pesquisas sobre políticas e planos de gestão de desastres analisam cenários de curto, médio e longo prazo, frequentemente envolvendo comunidades locais e avaliando medidas voltadas à resiliência. Essas análises investigam formas de proteção à vida, redução de danos materiais e fortalecimento da capacidade das comunidades diante de desastres, sejam eles naturais ou tecnológicos (Nogueira et al., 2014). Este debate também se concentra na compreensão que as áreas de desastres em geral são territórios populares cujas múltiplas vulnerabilidades exigem uma compreensão das dimensões interdisciplinares desta gestão de riscos, e na necessidade de integrá-las às leituras de planejamento urbano e climático (UN-Habitat, 2018).

Na direção de um “urbanismo climático” (Arruda Filho & Jacobi, 2024), algumas cidades têm revisto suas regulamentações do uso e ocupação



do solo (LUOS) como parte de um plano de resiliência à mudança climática, visando a orientar a adoção de medidas específicas para preparação e proteção da população e para guiar o processo de construção, reprodução e de renovação dos sistemas urbanos. A partir da identificação das comunidades que potencialmente estariam afetadas, torna-se possível estabelecer um zoneamento para resiliência à inundações, que pode incluir, dentre muitas medidas, a instalação de uma frente de parques inundáveis e com estruturas que coletam e dificultam o avanço das águas (Munhoz & Duarte, 2025). Niterói, no Rio de Janeiro, implementou um Parque Orla, que possui mecanismo para filtrar as águas (*wetlands*) que chegam à lagoa ao mesmo tempo que ajuda a melhorar a drenagem da região (Vellozo et al., 2022). Em alguns casos, como o de Nova York, os projetos urbanos aprovados através de revisão de zoneamentos são motivados inclusive para financiar as intervenções previstas no plano de resiliência à mudança climática (Herreros-Cantis et al., 2020).

Outros estudos procuram estabelecer relações entre risco de inundação, valores de propriedade e investimentos em adaptação, revelando que propriedades propensas a inundações enfrentam depreciação nos preços significativos, mas investimentos direcionados à proteção contra inundações podem transformar este quadro (Goytia, 2024a, b, c). Ao mitigar o risco de inundação, eles não apenas protegem os valores das propriedades, mas também estimulam a revitalização urbana, aumentam a densidade e fomentam a atividade econômica. Oferecem um caminho tangível para financiar mais medidas de resiliência criando uma sinergia entre investimentos em adaptação, regulamentações de uso da terra e dinâmica populacional (Goytia, 2024a, b). Dentro desta chave de análise estão alguns casos estudados por Goytia, que apresentam pequenas variações. O caso da cidade de Ho Chi Minh no Vietnã (Goytia, 2024b) destaca a importância do setor privado, particularmente microempresas e pequenas e médias empresas, na contribuição para iniciativas de adaptação de custo compartilhado. Já o caso de Copenhague explora a interação entre fatores de risco e a dinâmica dos mercados de hipotecas e seguros, discutindo o potencial de risco sistêmico no caso de uma grande inundação, as medidas que os credores estão tomando para mitigar sua exposição ao risco de inundação e as estratégias empregadas por entidades públicas e privadas para gerenciar riscos de inundação induzidos pelo clima, com destaque para a abordagem proativa da cidade em torno da resiliência urbana (Goytia, 2024c).

Para além do investimento, o financiamento das transformações é debatido de diferentes formas, como na seção 3.5. Ampliação e Facilitação do Acesso a Mecanismos de Financiamento Tradicionais e Inovadores. Aqui, vimos estratégias de financiamento das transformações através de requalificação urbana, como nos casos apresentados por Goytia (2024a, b, c), que aparecem através de estudos que afirmam que a estratégia de combate à desigualdade deve estar no cerne desta agenda do financiamento. Por exemplo, os documentos que combatem o racismo ambiental têm proposto a tributação dos super-ricos para financiar o combate à fome, a pobreza e o enfrentamento dos efeitos da mudança climática (Confluência das Favelas, 2024).

Experiências de políticas e planos urbanísticos encontradas articulam formas de gestão democráticas e de financiamento perene de medidas adaptativas a curtíssimo prazo. A cidade de Nova York (EUA), por exemplo, propôs metas e tem monitorado sua efetividade apresentando relatórios públicos frequentes (*New York City*, 2023).

Na escala dos bairros, a literatura sugere que a volumetria dos edifícios e das massas arbóreas, entre outros elementos da morfologia urbana, podem ser estudados e monitorados e seus impactos no ambiente medidos, resultando em opções para a gestão do espaço construído em diferentes zonas locais climáticas – (*Local Climate Zones (LCZ)* (Raven et al., 2018; Ferreira et al., 2024).



Na escala dos edifícios, o contexto sugere a necessidade de escolhas de modelos, materiais e sistemas construtivos de uma arquitetura que tenha “resiliência térmica”, cujo processo de construção seja pautado por escolhas otimizadas de materiais de menor impacto ao meio, que duram um longo prazo e produzam edificações autosuficientes (Raven et al., 2018). Exigem reavaliações sobre como adequar as edificações existentes ao futuro climático, nos modelos de *retrofit* para famílias de baixa renda, urbanização de loteamentos e favelas. Ou ainda, o uso de energias renováveis -- como painéis solares fotovoltaicos e sistemas de aquecimento solar, que aproveitam a energia do sol para gerar eletricidade e aquecer a água, diminuindo a dependência de fontes de energia convencionais – ou edificações nas quais a geração de energia limpa é maior que o consumo energético, em projetos de “zero energia” (Ferreira et al., 2024; Ley et al., 2024).

1.3.3. Mobilidade e Transporte

Mobilidade e transporte urbano é um setor crítico para a adaptação climática, com impactos diretos na resiliência e na sustentabilidade das cidades (Ford et al., 2018; Mehrotra et al., 2018; Quinn et al., 2018; Castellanos et al., 2022). Embora seja estratégico para adaptação urbana, a maior parte dos investimentos neste setor relatados pela literatura científica sobre enfrentamento da emergência climática, particularmente na América Latina, são em mitigação em detrimento da adaptação (Di Giulio et al., 2018; Valderrama et al., 2019; Goes et al., 2020; Castellanos et al., 2022).

Ampliar a oferta e a qualidade do transporte público é essencial para incentivar a migração dos modos individuais para os coletivos, tornando estes últimos uma opção vantajosa. Embora alguns ainda sejam poluentes, os modos coletivos transportam mais pessoas com menor impacto ambiental, são capazes de conferir maior integração e justiça para grandes conurbações urbanas já consolidadas (grandes cidades e regiões metropolitanas), e o uso de energias renováveis nos transportes pode reduzir a poluição e emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) causada por esta atividade. Isso, no entanto, exige melhorias significativas na frota de ônibus, incluindo tarifas acessíveis, maior oferta para atender à demanda e cobrir o território de forma justa e equitativa, medidas de segurança e acessibilidade, especialmente para populações vulneráveis, como mulheres e pessoas de baixa renda. A transição para modais sobre trilhos, e de alta capacidade, como trem e metrô, oferece um salto de eficiência, uma vez que transportam muitos passageiros com menos viagens. A política de Tarifa Zero, que propõe o uso do transporte público sem

cobrança de tarifa ao usuário final, já implementada em 106 cidades, é uma alternativa viável para aumentar a acessibilidade (Santini, 2024). A redução dos modos individuais, sejam motorizados ou elétricos, é uma estratégia crucial para enfrentar o consumo excessivo de espaço urbano, impermeabilização do solo e congestionamentos, abrindo caminho para a implementação de agendas verdes nas cidades. O investimento em transporte público coletivo eficiente, abrangente e inclusivo é condicionante para a redução do uso de automóveis privados e logo para a liberação de espaço, hoje dedicado aos carros, para os pedestres e espaços naturais, com inúmeros ganhos ambientais, para a saúde humana e para o enfrentamento da mudança climática (Roca-Barceló, 2024). O planejamento de um sistema de mobilidade e transporte sustentável e resiliente à mudança do clima, entretanto, exige a sua coordenação com o planejamento do uso e ocupação do solo.



A busca por cidades caminháveis também é central para a adaptação climática. Proximidade e acessibilidade a serviços essenciais e comércio e serviço de escala local reduzem a necessidade de deslocamentos motorizados. O conceito de cidade de 15 minutos, popularizado em Paris, e que se desenvolve sobre os princípios das unidades de vizinhança do início do século 20 (Farr, 2007), exemplifica como a reorganização urbana pode transformar padrões de mobilidade. Essa estratégia visa garantir que as necessidades diárias possam ser atendidas a pé ou de bicicleta, promovendo uma mobilidade ativa e sustentável (Moreno et al., 2021b).



Algumas soluções implementadas em Paris para implementar o conceito de cidade de 15 minutos são: mudança do desenho das ruas e retirada de fluxo motorizado em ruas estratégicas. O projeto teve início nas ruas dos entornos escolares e nas grandes avenidas da parte central da cidade. Inicialmente foi feito o bloqueio do fluxo motorizado por meio do urbanismo tático (Moreira, 2019) e depois com obras de mudança do desenho e com criação de novos parques e áreas verdes vinculadas a corredores de deslocamentos ativos.

Nos últimos anos no Brasil têm sido implementadas diversas iniciativas de parques lineares, como o Parque Rachel de Queiroz, em Fortaleza, que demonstram o potencial para integrar mobilidade ativa e áreas verdes, enquanto melhoram a drenagem urbana e reduzem a vulnerabilidade climática (Instituto Caminhabilidade, 2024b). Outro destaque é o Via Parque em Caruaru que transformou 8 km da linha férrea que cruza a cidade em um parque linear e corredor de deslocamentos ativos que conecta 16 bairros e diferentes contextos urbanos, promovendo a integração das pessoas, gerando diversas dinâmicas de ocupação e apropriação do espaço pela população (Instituto Caminhabilidade, 2024b).

A mobilidade ativa, com deslocamentos a pé ou de bicicleta, enfrenta desafios significativos, incluindo a falta de infraestrutura adequada e altos índices de violência pública, viária e de gênero. Investir na melhoria de calçadas, ciclovias e espaços públicos conectados é fundamental para fomentar essa modalidade sustentável. Em Fortaleza, por exemplo, reformas recentes substituíram o asfalto por pisos intertravados, que são permeáveis, aquecem menos e aumentam a segurança viária à medida que diminuem as velocidades (Bezerra, 2015; Oliveira, 2020). Além disso, medidas como a criação de bicicletários e a promoção da educação para o compartilhamento das vias podem contribuir para uma mobilidade mais segura e inclusiva (Lemos et al., 2017).

A curto prazo, ruas sem carros podem funcionar como oásis urbanos para as pessoas, por se tornarem mais frescas, oferecendo sombra de uma arborização mais intensa, e substituindo sua pavimentação asfáltica por pisos mais permeáveis, que contribuam menos para as ilhas de calor urbanas. A médio e longo prazos, é possível reverter o modelo de urbanização que favorece infraestruturas para carros particulares, ocupando o espaço que pode ser ocupado por infraestruturas verdes. Um estudo de 2015 feito na China, em Pequim, estimou que os motores de carros foram responsáveis pelo aumento

de 1°C na temperatura do ar no verão, o que levou a um consumo extra de 14,44 GWh em ar-condicionados ligados (Li et al., 2025).

A integração entre políticas de mobilidade e planejamento urbano visando à resiliência e a redução de riscos, principalmente relacionados aos extremos de calor, pode, portanto, se beneficiar da inclusão de áreas verdes e soluções baseadas na natureza nos projetos de mobilidade, como corredores verdes e tetos verdes, que podem reduzir as ilhas de calor e melhorar a qualidade ambiental urbana de forma geral. Estudos mostram que a arborização urbana pode neutralizar significativamente os efeitos de aquecimento provocados pelo transporte motorizado, evidenciando a importância da arborização urbana no planejamento do sistema de mobilidade e transporte para enfrentamento da emergência climática (UN Habitat, 2022).

Na América Latina, cidades como Bogotá e Buenos Aires vêm desenvolvendo planos urbanos voltados à articulação entre mobilidade e uso do solo, com o objetivo de reduzir a necessidade de deslocamentos cotidianos. Em Bogotá, por exemplo, o Plano de Ordenamento Territorial (POT) estabeleceu 33 Unidades de Planejamento Local (UPL), concebidas para promover o desenvolvimento urbano baseado no conceito de cidade de 15 a 30 minutos (Bogotá, 2023). Essas unidades foram distribuídas de forma equitativa entre os territórios da cidade, respeitando suas dinâmicas sociais, culturais e econômicas, e buscando garantir equilíbrio populacional e territorial. A proposta visa redistribuir oportunidades e serviços essenciais em escala local, de modo a planejar, organizar e gerir as necessidades urbanas com maior proximidade dos cidadãos.

Os desafios climáticos também demandam uma revisão do uso do solo para estimular o adensamento populacional e funcional ao longo de eixos de transporte público de média e alta capacidade. O conceito de Desenvolvimento Orientado para o Transporte (TOD, na sigla em inglês) propõe a integração entre transporte coletivo e usos do solo, promovendo a densidade habitacional e a eficiência ambiental nas áreas urbanas (Santini, 2024). O conceito de “Ruas Completas” surge como uma estratégia de transformação do espaço urbano, para promover a mobilidade segura e acessível para todas as pessoas, independentemente do modo de transporte utilizado. Ruas completas alinham infraestrutura, uso do solo e políticas públicas para garantir um ambiente urbano mais equitativo, saudável e sustentável (Santos et al., 2021c, d). No entanto, é crucial que essa densidade seja acompanhada por infraestrutura adequada para viagens ativas e

coletivas, garantindo uma transição justa e acessível para todos os grupos sociais.

A Gestão da Demanda por Viagens (GDV) — ou *travel demand management* (TDM), em inglês — propõe a combinação de instrumentos econômicos, regulatórios, físicos e operacionais com o objetivo de criar condições e incentivos que levem à mudança de comportamento das pessoas em relação à mobilidade urbana (Soriano et al., 2020). Essas estratégias favorecem escolhas de deslocamento mais sustentáveis (transporte ativo e coletivo), ao mesmo tempo contribuem para cidades mais resilientes aos efeitos climáticos extremos (FGV Cidades, 2021).

Dentre as ações mais comuns de GDV, destacam-se: redução do uso do transporte individual motorizado; promoção de modos ativos (caminhada e bicicleta); incentivo ao uso do transporte público coletivo; mudanças nos horários e destinos das viagens para evitar sobrecargas nos sistemas; e a eliminação de deslocamentos desnecessários. A redistribuição do espaço viário, por exemplo, com a redução da área dedicada a automóveis e ampliação de infraestrutura para modos ativos e transporte público, é uma medida que pode atender simultaneamente aos objetivos de mitigação e adaptação.

A abordagem Reduzir-Mudar-Melhorar (*Avoid-Shift-Improve*) oferece um marco metodológico integrado para essas estratégias (FGV Cidades, 2021). O eixo "Reduzir" busca minimizar a necessidade de viagens motorizadas, promovendo usos mistos do solo e encurtando distâncias. O eixo "Mudar" estimula a substituição de modos de transporte menos sustentáveis por alternativas mais limpas e inclusivas. Já o eixo "Melhorar" foca no aumento da eficiência energética da frota e dos sistemas, reduzindo as emissões residuais.

A adaptação do sistema de mobilidade e transporte deve considerar com prioridade os públicos e territórios vulnerabilizados pelo modelo de urbanização predominante, baseado no automóvel particular, cujas injustiças socioterritoriais têm sido agravadas pelos eventos climáticos extremos, principalmente para alguns grupos como mulheres, pobres e populações periféricas. Até 2050, cerca de 160 milhões de mulheres em todo o mundo poderão ser empurradas para a pobreza como resultado direto das alterações climáticas (UN Women, 2024). Aproximadamente 70% do 1,3 bilhão de pessoas vivendo em condições de pobreza no mundo são mulheres. Elas são ainda as chefes de família em 40% dos lares mais pobres em áreas urbanas. Ainda, devido a assumirem os papéis de cuidado, nos eventos climáticos extremos as mulheres ficam sobrecarregadas com o cuidado das

outras pessoas. Nesse sentido, a participação das mulheres e a inclusão de uma perspectiva de gênero e da “mobilidade de cuidado” nos planos de adaptação do sistema de mobilidade e transporte torna-se essencial. Ter mulheres e crianças participando da discussão do planejamento das cidades é condição para alcançar cidades mais sustentáveis e inclusivas, tanto por uma questão de igualdade de direitos, quanto pelo ponto de vista das necessidades de melhoria da segurança no espaço público e da mobilidade sustentável, uma vez que são elas que mais se deslocam a pé e de transporte público (Sabino et al., 2021).

Outro tema que merece atenção no planejamento dos sistemas de mobilidade e transporte visando à resiliência urbana é o papel desse sistema nos planos de contingência e redução de desastres. Em 2024 São Paulo sofreu com a pior qualidade do ar do mundo por vários dias consecutivos, segundo o site suíço IQAir, e estudos mostram que os veículos particulares têm uma contribuição importante para este problema. Em números, os veículos respondem por 72,6% das emissões de gases de efeito estufa, embora transportem apenas 30% das pessoas (IEMA, 2017). Em países como França, Espanha, México e Colômbia, os níveis de poluição alcançados em São Paulo já seriam considerados uma situação de emergência, obrigando a tomada de medidas de contingência como restrição de carros no centro e transporte público gratuito.

Finalmente, para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas de mobilidade e transporte e aumentar a resiliência urbana, é imprescindível que planos de mobilidade sejam elaborados e monitorados de forma integrada com outras políticas setoriais, incluindo habitação, meio ambiente e saneamento. Esses exemplos destacam a importância de estratégias multissetoriais e baseadas em evidências para enfrentar os desafios da mobilidade e da adaptação climática.

1.3.4. Infraestrutura e Saneamento

Projeções que apontam para um crescimento progressivo da demanda por água no Brasil, como discutidas na seção 1.2.4. Infraestrutura e Saneamento, evidenciam a necessidade de estratégias eficazes de gestão dos recursos hídricos para garantir a sustentabilidade e a segurança hídrica em face das crescentes pressões demográficas e ambientais. As políticas, planos e programas brasileiros, em todas as escalas de gestão, enfrentam o desafio de preparar o país para esta demanda crescente, agravado pela mudança climática e seus efeitos, particularmente longos períodos de seca, com impacto direto sobre a



disponibilidade de água no território nacional. O Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH (ANA, 2019), não incorpora cenários e modelos climáticos em sua definição de objetivos e desenvolvimento de estratégias, sendo uma limitação significativa na concepção deste plano. Para enfrentar efetivamente os desafios impostos pela mudança climática, é crucial que o plano inclua explicitamente estratégias adaptativas aos impactos climáticos, como soluções baseadas na natureza e mecanismos de seguro, para garantir uma gestão hídrica resiliente e sustentável (Gesualdo et al, 2021; UNEP, 2021).

A infraestrutura de saneamento das cidades é peça-chave para lidar com os impactos potenciais da crise climática, uma vez que são responsáveis pelo ordenamento dos escoamentos superficiais excedentes das chuvas (sistema de drenagem e manejo das águas pluviais), pela distribuição de água potável e pela proteção dos sistemas hídricos naturais (sistemas de abastecimento de água e de coleta e tratamento de águas residuais). Apesar do PNSH apresentar metas de redução dos impactos negativos dos eventos de escassez hídrica e de inundações com uso de melhorias da infraestrutura, até o ano de 2035, a implementação de medidas não estruturais é crucial para reduzir ainda mais os impactos ambientais e socioeconômicos decorrentes desses eventos adversos (Kundzewicz et al., 2002; Simonovic, 2002; Horn & Elagib, 2018; Watanabe et al., 2018). Medidas não estruturais, como políticas de gestão de riscos, programas de educação e conscientização pública, regulamentações de uso da terra e planejamento urbano, são essenciais para complementar as soluções estruturais, promovendo uma abordagem integrada e sustentável na mitigação dos impactos dos eventos hidrológicos extremos (Andjelkovic, 2001; Kovář et al, 2014; Coutinho et al. 2020).

Atualmente, observa-se uma lacuna significativa na integração dos marcos legais brasileiros que regem os recursos hídricos (Lei 9.433/1997, Brasil, 1997), o saneamento básico (Lei 11.445/2007, Brasil, 2007; Lei 14.026/2020, Brasil, 2020b), a mudança climática (Lei 12.187/2009, Brasil, 2009) e a defesa civil (Lei 12.608/2012, Brasil, 2012b), comprometendo a eficácia das políticas públicas e dificultando a implementação de estratégias abrangentes para enfrentar desafios complexos e interconectados. Para promover uma gestão eficiente e sustentável, é fundamental que esses marcos legais sejam harmonizados, possibilitando ações coordenadas e sinérgicas que potencializem a resiliência e a adaptabilidade frente à mudança

climática e outros riscos associados (Mikhael et al, 2021; Lazzati et al., 2024).

De acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico - PNSB (Brasil, 2013), foram estimados investimentos de R\$122 bilhões e R\$182 bilhões para os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, respectivamente, necessários para atender as metas nacionais de universalização dos serviços de saneamento básico para 2033 e também os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. As áreas urbanas vão demandar 95% desses investimentos (Gesualdo et al., 2021).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a gestão e o gerenciamento de RSU devem respeitar a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, priorizando dessa forma, práticas menos nocivas ao meio ambiente e que contribuem para o estabelecimento de uma economia mais circular (ABREMA, 2024).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PLANARES (Brasil, 2022b) ressalta que enfrentar desafios ambientais requer foco no planejamento de ações e na elaboração e aplicação de legislações pertinentes. Entre as estratégias citadas pelo PLANARES estão:

- Investimento em infraestrutura para coleta seletiva nos domicílios
- Estímulo à economia circular
- Capacitação de cooperativas de recicladores
- Ampliação dos espaços para compostagem, com envolvimento da população;
- Implementação da logística reversa
- Aplicação efetiva da legislação
- Desenvolvimento de produtos biodegradáveis
- Adesão aos programas Lixo Zero

No entanto, todas essas propostas serão mais efetivas se estiverem alinhadas de forma paralela com uma ampla campanha de conscientização e educação ambiental da população, para que os objetivos de solução do problema sejam obtidos.

Uma iniciativa que tem despontado como promissora nesse sentido é o Instituto Lixo Zero Brasil - ILZB (s.d.) um programa fundado em 2010, cuja principal meta é orientar as pessoas a mudarem seus estilos de vida e a desenvolver práticas sustentáveis, onde todos os materiais descartados são utilizados como recursos para outros usos.

O ILZB é uma organização da sociedade civil autônoma, sem fins lucrativos, que atua na disseminação do conceito Lixo Zero no país. O ILZB representa no Brasil a *Zero Waste International Alliance - ZWIA*, movimento internacional de organizações que utilizam o conceito e princípios Lixo Zero no Mundo.



Essas soluções, quando integradas e implementadas de forma eficaz, abrangendo aspectos institucional, de financiamento, de gestão, da matriz tecnológica, da participação e controle social, podem contribuir significativamente para a melhoria da gestão dos serviços de saneamento no Brasil, promovendo a sustentabilidade e a proteção ambiental, voltando as ações de saneamento básico para o campo do direito social e, desta forma, integrante de uma política pública sustentada em uma forte ação do Estado (Borja, 2014)

Medidas Estruturais e Não-estruturais

O enfrentamento da crise climática no setor de infraestrutura vai exigir a adoção de medidas estruturais e não estruturais. Dentre as medidas estruturais, a literatura destaca que a integração entre infraestrutura cinza e infraestrutura verde-azul, conhecida como soluções ou infraestruturas híbridas (infraestrutura verde-azul-cinza), que têm se mostrado eficiente na prevenção de inundações (Ahmed et al., 2019;



Drosou et al., 2019; Romero-Duque et al., 2020), saneamento, escassez hídrica, prevenção de deslizamentos de terra e proteção costeira (Leal Filho et al., 2018; Mcphearson et al., 2018; Castellanos et al., 2022). A literatura também aponta que a distribuição dessas infraestruturas pela bacia em lugar da instalação de reservatórios, combinados com medidas de Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID), podem ser mais sustentáveis e até mais eficientes que as soluções tradicionais (Miguez et al., 2015; Da Silva et al., 2018).

Medidas de reservação de águas desempenham um papel crucial no controle de inundações (Alencar et al., 2014; Vergutz et al., 2019), na redução da escassez e melhoria da qualidade da água (Alencar et al., 2014) e na geração de energia (Zhang & Shang, 2023; Rocha et al., 2024), levando em conta os possíveis aumentos na geração de gases do efeito estufa – GEE (Ubierna et al., 2021). Os reservatórios ajudam a regular o fluxo de água, armazenando o excesso durante chuvas intensas e liberando de forma gradual durante períodos de seca, garantindo um fornecimento contínuo de água. Eles também contribuem para a produção de energia hidrelétrica, fornecendo uma fonte confiável de energia. Além disso, os reservatórios apoiam a recarga de aquíferos e melhoram a qualidade da água ao reter sedimentos e poluentes (Mohammadzadeh-Habili & Khalili, 2020). O uso de estruturas de reservação pode auxiliar na recuperação de parte da capacidade natural de amortecimento das cheias das bacias hidrográficas, perdidas durante o processo de ocupação do território (Fonseca et al., 2006).

Como medidas não estruturais para redução dos riscos de inundação, destacam-se as ações de mapeamento do território. O Mapeamento da Susceptibilidade do Meio Físico a Inundações é uma ferramenta crucial para a gestão de riscos de inundações, que permite a identificação preliminar de áreas propensas a inundações, fornecendo subsídios importantes para o planejamento urbano e a implementação de medidas de mitigação de riscos, utilizando métodos multicritério (Kazakis et al., 2015; Akay, 2021; Miranda et al., 2023), estatísticos (Tehrany et al., 2014; Amaliah & Syabandi, 2023) ou algoritmos de aprendizado de máquina (Tehrany et al., 2013; 2015; 2019).

O mapeamento da susceptibilidade a inundações ajuda a priorizar áreas que necessitam de intervenções específicas, melhorando a eficiência das estratégias de gestão de inundações e reduzindo os impactos desses eventos em comunidades e infraestruturas (Miranda,

2023). Recentemente, Miguez et al. (2024) propuseram um arcabouço conceitual capaz de integrar adequadamente a dinâmica das águas pluviais ao sistema de espaços livres de forma funcional, estabelecendo uma Área de Interesse Hidrológico (AIH) para estruturar a expansão urbana de maneira integrada e respeitando os processos naturais da bacia hidrográfica. O passo inicial consiste na definição AIH, composta principalmente por espaços livres que podem ser utilizados para suportar as funções de drenagem urbana e organizar o uso do solo no processo de expansão urbana. Esta delimitação fornece a base para interpretar a bacia hidrográfica em três arcos funcionais, abrangendo especialmente as áreas a montante, intermediária e a jusante da bacia. Isso pode orientar o planejamento de um conjunto de intervenções de mitigação de inundações, com foco no uso de Infraestrutura Verde-Azul. Por fim, o sucesso destas medidas depende de se realizar o mapeamento das áreas de risco (Sayers et al., 2013; Grigg, 2023).

1.3.5 Habitação Social e Informalidade

Iniciativas de urbanização de favelas, melhorias habitacionais e regularização fundiária, associadas à provisão de infraestrutura, podem ter um papel importante no processo de adaptação à mudança climática (Teferi & Newman, 2018; Núñez Collado & Wang, 2020; Satterthwaite et al., 2020; Lemos, 2022), ao mesmo tempo que reduzem o risco de desastres (Castellanos et al., 2022). Experiências recentes, no Brasil, ilustram o papel dessas iniciativas na área de habitação social na redução de riscos de desastres associados a eventos climáticos, como o Programa Periferia Viva. Este programa tem como objetivo principal melhorar a qualidade de vida de moradores de assentamentos precários, atuando por meio de ações integradas que abarcam aspectos “socioeconômicos, habitacionais, ambientais, fundiários, de infraestrutura urbana, de prevenção de riscos de desastres e de acesso a serviços e equipamentos públicos” (Brasil, 2023e, p. 8). Um dos requisitos do programa é que as intervenções priorizem a redução dos riscos associados à mudança climática como “deslizamentos em encostas, rupturas de taludes, fluxo de detritos e outros movimentos de massa” (Brasil, 2023e, p. 30). O programa estabelece que as medidas relacionadas à provisão de infraestrutura sejam integradas às demais obras de urbanização, priorizando soluções de bioengenharia, infraestruturas verdes e outras soluções baseadas na natureza, favorecendo a apropriação comunitária da estrutura implantada (Brasil, 2023e).



Projetos de habitação social e de urbanização de favelas precisam considerar o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos (Libertun de Duren et al., 2021). As intervenções devem incluir nas fases de projeto, construção e manutenção, as pressões adicionais sobre as infraestruturas, causadas tanto pela mudança climática quanto pelo adensamento populacional intensificado após a implementação das melhorias. Além disso, a combinação dessas intervenções com medidas não físicas, como estratégias para ampliar a presença do Estado nesses territórios informais e marginalizados, por meio de programas sociais que contribuam para reduzir a influência do crime organizado e promover melhorias de vida da população em geral, são fundamentais para que o resultado da adaptação seja transformador em longo prazo e não apenas incremental (Libertun de Duren et al., 2021). Ações de adaptação, para além da concentração de esforços apenas em obras de redução de risco de desastres, aumentam a resiliência à mudança climática, fortalecendo a capacidade de resposta aos seus impactos. A crise climática constitui um desafio sistêmico, que exige respostas coordenadas entre diferentes setores e níveis de governo, e multifacetado, oriundo de diversas agendas sociais, econômicas e ambientais.

Considerando os desafios climáticos que áreas informais e favelas mais comumente enfrentam tendo em vista a mudança climática, dentre eles os riscos associados a ondas de calor e seca, a literatura recente aponta como promissora a estratégia de adoção de infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza nos projetos de urbanização de favelas e provisão de habitação social em geral, que, além dos benefícios localizados da inserção de estruturas verdes, contribui para ampliação da cobertura verde total dos municípios (Moreno et al., 2021a; Wolff et al., 2023).

Por permitir a permanência dos moradores em suas comunidades, a urbanização de favelas é considerada uma boa solução de manutenção da coesão social, considerando-se, evidentemente, a condição de segurança dessas áreas após a intervenção. Em contraposição, a realocação de famílias para áreas distantes de sua comunidade pode romper redes de apoio e alterar modos de vida e hábitos culturais, causando prejuízos irreparáveis e ampliando injustiças, ainda que os riscos físico-estruturais e geotécnicos sejam sanados no novo assentamento (Núñez Collado & Wang, 2020; Viana, 2021; Araújo et al., 2024a). Com isso, a vulnerabilidade do grupo realocado muitas vezes pode ser transferida ou até intensificada na nova localização,

constituindo o que se denomina maladaptação (Schipper, 2020; See & Wilmsen, 2020).

Ações de adaptação, particularmente envolvendo populações vulnerabilizadas e marginalizadas, como em assentamentos informais e favelas, podem se beneficiar de processos baseados na comunidade, liderados por ela ou com robustas estratégias de participação e inclusão, fortalecendo a capacidade adaptativa da comunidade envolvida (Martins & Rocha, 2019; Viana, 2021; Duet al., 2022). Abordagens comunitárias de adaptação, como a atuação de cooperativas habitacionais, a autogestão habitacional e realização de processos verdadeiramente participativos são práticas urbanas transformadoras. Tal agenda deve integrar desenvolvimento sustentável, combate à pobreza, gestão de riscos de desastres e estratégias de adaptação e mitigação para enfrentamento da mudança climática (Muntó, 2018; UN Habitat, 2018; Valadares & Cunha, 2018; Núñez Collado & Wang, 2020; Satterthwaite et al., 2020; Viana, 2021).

Outra frente de ação promissora no campo da adaptação em habitação social é a transformação de imóveis ociosos nos centros urbanos em moradia social, objeto do Programa de Democratização de Imóveis da União (Imóvel da Gente), descrito na seção 1.2.5. Habitação Social e Informalidade. Nesse sentido, movimentos sociais têm tido papel fundamental na ocupação de imóveis vazios ou subutilizados das áreas centrais. No entanto, há desafios jurídicos, urbanísticos e financeiros, pois a regulamentação e efetiva implantação de políticas para fazer cumprir a função social da propriedade e da cidade estão aquém do necessário (Cavalcanti et al., 2022; Moretti et al., 2024). Um exemplo é o parcelamento, edificação e utilização compulsórios (PEUC), atrelado às sucessivas sanções pelo descumprimento das obrigações (IPTU progressivo no tempo e desapropriação com títulos da dívida pública).

As melhorias habitacionais, intervenções que visam garantir condições adequadas de habitabilidade, promovem a “saúde do habitat” ao considerar aspectos edilícios, sanitários, ambientais e paisagísticos (Satterthwaite et al., 2020). Quando associadas à Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social (ATHIS), essas ações desempenham um papel fundamental na adaptação climática das cidades, especialmente em assentamentos informais (Cavalcanti; Alvim, 2020; Balbim et al., 2024). Melhorias nas moradias, como a adequação da infraestrutura, o aumento do conforto térmico e a implantação de sistemas de drenagem eficientes, tornam os espaços mais resilientes a eventos extremos, como ondas de calor e inundações (Cavalcanti et al., 2019). Além de reduzir vulnerabilidades



socioambientais, a implementação estratégica dessas políticas pode contribuir para a justiça ambiental, enfrentando desigualdades históricas e promovendo a inclusão socioeconômica.

Além das iniciativas voltadas à urbanização de favelas e melhorias habitacionais, a implementação de planos de contingência e a estruturação de sistemas de alerta precoce são estratégias fundamentais para a redução do impacto de eventos climáticos extremos em assentamentos informais. O fortalecimento da governança local e a participação comunitária na formulação desses planos são essenciais para garantir sua eficácia (Keating et al., 2017; Werthmann et al., 2024). Sistemas de alerta que contem com a participação social aumentam a capacidade de resposta dos moradores, reduzindo perdas humanas e materiais (Adams et al., 2022).

Diante dos desafios impostos pela mudança climática, a adaptação dos assentamentos informais e das habitações precárias exige abordagens integradas que combinem infraestrutura resiliente e participação comunitária. As intervenções devem considerar não apenas a mitigação dos impactos ambientais, mas também os aspectos sociais, como a manutenção das redes de apoio e a coesão comunitária, evitando processos de deslocamento que possam resultar em maladaptação e ampliação de desigualdades socioterritoriais (See & Wilmsen, 2020). Além disso, estratégias como o aproveitamento de imóveis ociosos para habitação social e a incorporação de infraestrutura verde, têm potencial para reduzir vulnerabilidades e fortalecer a resiliência urbana (Cavalcanti et al., 2022; Wolff et al., 2023; Moreno et al., 2021a; Moretti et al., 2024).

1.3.6. Saúde e Bem-estar Humano

A saúde pública é uma questão que transcende departamentos governamentais específicos em diferentes níveis, mas está intimamente ligada a questões socioambientais. Nesse sentido, o planejamento de cidades saudáveis deve necessariamente integrar agendas ambientais para promover a saúde e o bem-estar (Oliveira et al., 2023).

Ambientes urbanos bem planejados são capazes de controlar o grau de iluminação, ventilação, insolação e segurança, tanto em edificações quanto no espaço público, adequando o ambiente às condições

climáticas locais presentes e futuras, tendo assim, um alto potencial para promover a saúde e a qualidade de vida, reduzindo assim os casos de doenças (OMS, 2025) que afetam desproporcionalmente as populações mais vulneráveis (Doiron et al., 2024).



A maioria das grandes cidades da América do Sul é altamente vulnerável devido a uma combinação de fatores, como desigualdades socioterritoriais e acesso precário à infraestrutura, moradia e saúde, além da exposição à poluição atmosférica (Castellanos et al., 2022). O diagnóstico preventivo de doenças crônicas desempenha um papel fundamental na orientação do planejamento espacial de investimentos nos setores de saúde e meio ambiente. A identificação de populações vulneráveis e padrões de risco regionais permite uma alocação mais eficiente de recursos para áreas com maior incidência de condições como doenças infecciosas, transmitidas por vetores ou crônicas (Brissette et al., 2019). A integração de dados ambientais com diagnósticos preventivos de saúde fortalece ainda mais os processos de tomada de decisão, especialmente quando se considera como as exposições ambientais influenciam o aparecimento e a progressão das doenças (Fletcher-Lartey & Caprarelli, 2016). Por exemplo, a poluição do ar, a falta de espaços verdes e as ilhas de calor urbanas têm sido associadas ao aumento da incidência de doenças não transmissíveis, tornando o planejamento ambiental um componente essencial nas estratégias preventivas (Wang & Tassinary, 2024).

Promover ambientes saudáveis, implementar espaços verdes projetados para melhorar a saúde perto das residências dos moradores e planejar outras medidas preventivas — como espaços

públicos de alta qualidade para a prática de atividades físicas — pode reduzir os gastos públicos e proporcionar aos cidadãos uma vida mais saudável e plena (Oliveira et al., 2022; 2023).

Nilson et al. (2020) demonstraram que, no Brasil, mais de R\$ 3,45 bilhões foram investidos no tratamento de DNTs em 2018. Desse montante, 59% foram destinados ao tratamento da hipertensão arterial sistêmica, 30% ao diabetes e 11% à obesidade, principalmente entre indivíduos de 30 a 69 anos. Uma parte desses gastos poderia ter sido evitada com um planejamento ambiental que levasse em consideração aspectos relacionados à saúde, pois evidências apontam que espaços verdes estratégicos podem prevenir DNTs (Astell-Burt et al., 2021; De la Fuente et al., 2021; Yang et al., 2023). Isso também poderia evitar a perda de produtividade (já que a maioria das pessoas na faixa etária referida é da força de trabalho ativa) e custos sociais para as famílias e governos (Asbeque et al., 2023).

Incorporar não apenas a biodiversidade, mas também os processos e serviços ecossistêmicos no planejamento urbano pode ser uma estratégia viável para a promoção da saúde, uma vez que, além de prevenir doenças, a exposição a espaços verdes pode promover o bem-estar, o relaxamento e a qualidade de vida (Oliveira et al., 2022). Nesse sentido, as estratégias de adaptação nos centros urbanos têm o potencial de funcionar como intervenções de promoção da saúde.

Bielemann et al. (2015) demonstraram que aproximadamente 15% dos investimentos no Sistema Único de Saúde (SUS) do Brasil são atribuíveis ao sedentarismo. Esses achados levantam a hipótese de que a requalificação de espaços verdes urbanos para a prática de atividades físicas pode ser uma estratégia econômica e socialmente vantajosa no curto e médio prazo, uma vez que tais investimentos podem atender às necessidades primárias da população, especialmente daqueles que não têm acesso ao lazer privatizado. Esses temas estão alinhados com recomendações de políticas públicas federais, como a Política Nacional de Promoção da Saúde (Brasil, 2010a) e a Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1981), entre outras.

Além disso, o planejamento ambiental estratégico dos espaços verdes urbanos pode auxiliar o planejamento territorial, designando áreas de risco geológico para a conservação da biodiversidade (Kim et al., 2021), evitando assim o uso e a ocupação desorganizados de áreas de alto risco propensas a desastres naturais. Uma abordagem integrada que combine planejamento urbano, saúde pública e considerações ambientais pode promover o desenvolvimento e a implementação de



políticas públicas. Um exemplo é o Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA), principal instrumento da Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/06 – Brasil, 2006). Esse plano visa promover uma cartografia municipal focada na posse da terra e na identificação de áreas prioritárias para a conservação do bioma. Tal instrumento político pode orientar locais específicos para o enriquecimento dos espaços verdes urbanos, democratizando áreas promotoras da saúde para toda a população.

Além disso, os Planos de Floresta Urbana podem considerar a inclusão de indicadores relacionados à saúde vinculados à vegetação urbana. Por exemplo, a má qualidade das calçadas danificadas pelas raízes das árvores é responsável por uma parte significativa das internações em hospitais ortopédicos, especialmente entre idosos. Dados do relatório global da Organização Mundial da Saúde sobre prevenção de quedas em idosos indicam que mais de 50% das internações hospitalares de indivíduos com mais de 65 anos resultam de quedas em espaços públicos (OMS, 2010; 2021), muitas vezes causadas por conflitos não resolvidos entre árvores e calçadas.

O desenvolvimento de estratégias de adaptação é uma questão fundamental. Serviços como vigilância climática e sanitária, observatórios e previsão de desastres relacionados ao clima, bem como a identificação de locais onde populações vulneráveis estão expostas a riscos climáticos e riscos à saúde associados, são cruciais (Castellanos et al., 2022). As adaptações relativas à saúde humana exigem o fortalecimento do sistema de saúde pública, a construção de uma infraestrutura resiliente, a vigilância epidemiológica e a integração com políticas ambientais (Castellanos et al., 2022).

O planejamento ambiental, a requalificação de espaços verdes urbanos, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a promoção de políticas públicas ambientais são benéficas para combater os efeitos das mudanças climáticas e os impactos na saúde pública (Tong et al., 2021). Além disso, soluções baseadas na natureza para mitigar a poluição do ar, ilhas de calor urbanas e locais de criação de vetores são essenciais para proporcionar um cenário mais saudável para cidades sustentáveis (Santanna et al., 2025). Isso inclui promover a paisagem arborizada e recuperar corpos d'água, além de proporcionar um sistema de governança ambiental e social forte. Portanto, recomenda-se que as políticas de saúde e ambientais sejam fortemente integradas para tornar as cidades cada vez mais saudáveis para todos.

2

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA CIDADES RESILIENTES AO CLIMA



**SOLUÇÕES BASEADAS
NA NATUREZA PARA CIDADES
RESILIENTES AO CLIMA**

2. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA CIDADES RESILIENTES AO CLIMA

2.1. Conservar e Recuperar a Natureza para Adaptar as Cidades

A natureza desempenha papel crucial nos processos urbanos e na qualidade de vida da população humana. Inúmeros serviços ecossistêmicos são providos pelas áreas naturais (verdes e azuis) em meios urbanos e periurbanos, especialmente aqueles com maior diversidade biológica (McDonald et al., 2013). Milenarmente, desempenhamos conexões com a natureza, no entanto, atualmente, é necessária uma perspectiva mais estável desse contato, uma vez que o modo de vida urbano tem exaurido os principais pontos de harmonia da relação “humano vs. natureza”, levando a um cenário de rápidas transformações da paisagem e alteração de padrões climáticos (Folke et al., 2021).



A crise climática e o intenso adensamento humano em médias e grandes cidades brasileiras demandam soluções que, ao mesmo tempo que sirvam como instrumentos de adaptação (ou enfrentamento à mudança do clima), conservem e fomentem processos e fluxos ecológicos essenciais à vida em áreas urbanas e periurbanas. Neste sentido, surge um conceito fundamental e amplamente debatido e aceito pela comunidade científica denominado **Soluções baseadas na Natureza (SbN)**. As SbN podem ser definidas como as ações que protegem, recuperam e regeneram ecossistemas locais para enfrentar desafios sociais, econômicos e ambientais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando bem-estar



humano, serviços ecossistêmicos, resiliência e que beneficiem a biodiversidade e (Sowinska-Świerkovz & Garcia, 2022; UNEP, 2022).

Esse conceito se alinha às necessidades em meio urbano e incorpora conceitos anteriores promovendo uma melhor consideração do papel da natureza nas cidades. As SbN desempenham um papel essencial na conservação da biodiversidade em áreas críticas das paisagens urbanas e garantem processos e fluxos naturais, contribuindo para a regulação da temperatura e o manejo de águas pluviais dentre outros benefícios essenciais para a melhoria da qualidade de vida. Essas intervenções também ajudam a adaptar as cidades aos impactos climáticos, como inundações e ondas de calor, reforçando a resiliência urbana (Bush & Doyon, 2019).

A infraestrutura ecológica urbana (IEU), outro conceito relacionado, é composta por áreas verdes (vegetação terrestre), azuis (sistemas aquáticos), turquesas (áreas úmidas) e marrons (áreas não vegetadas), formando um sistema essencial para o amortecimento dos impactos de extremos climáticos. A conservação dessas áreas ecológicas, combinada com a infraestrutura cinza (engenharia convencional), permite que cidades suportem melhor os impactos climáticos e suas potenciais consequências no ambiente urbano (Depietry, & McPhearson, 2017; McPhearson et al., 2018). Essa combinação de infraestrutura verde-azul e cinza, representam, portanto, diferentes formas de considerar a importância da natureza nas cidades. Contudo, há que se considerar o risco de gentrificação e de priorizar áreas mais vulnerabilizadas socialmente, pois são as que sofrem mais frequentemente com impactos climáticos (Tozer et al., 2023).

Em algumas localidades da América Latina, por exemplo, há um movimento crescente de reter águas pluviais para atender às necessidades locais, valorizando a conservação dos recursos hídricos e proporcionando resiliência contra períodos de estiagem (McPhillips et al., 2023). Assim, é indispensável considerar a importância de aproveitar as áreas naturais no processo de urbanização, otimizando a sua oferta de serviços ecossistêmicos e evitando a ocupação de locais ambientalmente estratégicos, propiciando mais efetivamente a conservação da natureza nas cidades. Não obstante, em muitas situações, essas áreas naturais tiveram sua integridade e funções ecológicas reduzidas, impondo-se sua recuperação. Em situações mais extremas, ainda que comuns, quando nem áreas naturais degradadas subsistem em volume suficiente, torna-se necessária a

requalificação de corpos d'água e suas margens, encostas de morros e outros espaços de interesse maior para o equilíbrio ecossistêmico dos meios urbanos e periurbanos.

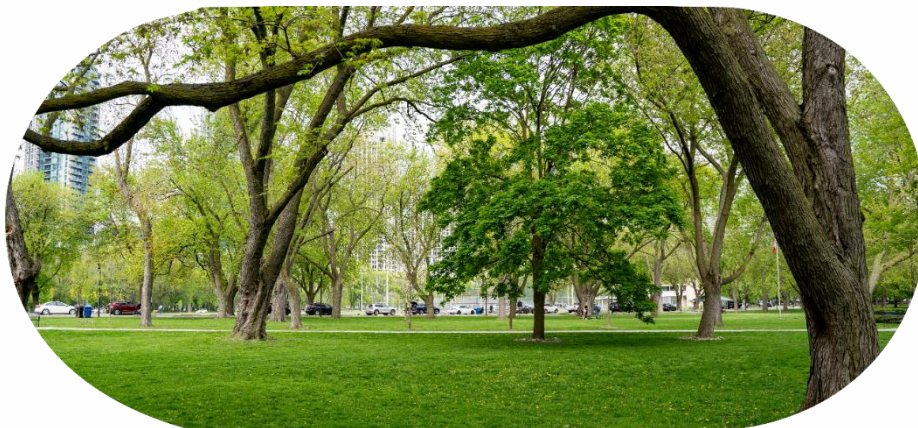
Neste sentido, por exemplo, o governo federal brasileiro, por meio do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), lançou no ano de 2024 o Programa Cidades Verdes e Resilientes (PCVR, Brasil, 2024a). Este programa inclui em seu escopo a proposta de atuar sobre sistemas urbanos com processos que envolvam a conservação, recuperação e renaturalização das cidades por meio das SbN, que podem e devem ser associadas à equidade social, descentralização e adaptabilidade (gestão adaptativa) na sua implementação, com intenso engajamento da sociedade (desde o seu planejamento até a sua manutenção). O programa orienta para o cumprimento de um conjunto de funções necessárias e desejáveis para (re)humanização das cidades e promoção de condições para minimizar desastres e ampliar a resiliência urbana (Choo & Yoon, 2024).

2.1.1. Conservar a Natureza em Cidades

Os tipos de áreas livres, verdes e azuis, protegidas e conservadas apresentam definições e características particulares. Os espaços livres são áreas sem construção, públicos, permeáveis e naturais, i.e., com vegetação local. São espaços para ‘respiração’ das cidades no meio do ambiente construído, com suas edificações e vias, além de serem importantes para a funcionalidade cívica ou comunitária, quando permitidas atividades coletivas. As áreas verdes são tipos de espaços livres de edificação onde o elemento fundamental de composição é a vegetação, preferencialmente nativa. Podem ser considerados quaisquer tipos, como praças (vegetadas), jardins de chuva, parques de bolso etc. Mas, por vezes, são consideradas apenas a partir de uma área mínima – por exemplo, não considerando canteiros de avenidas (Lima et al., 2018). As áreas verdes são importantes para a infiltração de água, estabilidade climática e melhoria da qualidade do ar (Ferreira et al., 2024). As áreas azuis são tipos de espaços livres, onde o elemento fundamental são os corpos d'água. Esses espaços podem ser córregos, rios, lagos, lagoas, estuários, mar ou outras tipologias presentes em biomas específicos, como os igarapés na Amazônia.

Os parques urbanos (e similares) são um tipo de áreas verdes, podendo incluir áreas azuis, urbanas, com tamanho relativamente maior ou com conteúdo de vegetação mais expressivo. Podem incluir fragmentos de

ecossistemas naturais nativos. Prioritariamente, os parques urbanos são destinados para lazer, recreação ou atividades físicas, mas podem ter importantes atividades culturais. Os parques urbanos têm gestão própria, específica, não raro de secretarias ou departamentos de meio ambiente ou similares – diferente dessas áreas verdes mais genéricas, como canteiros, praças etc., normalmente sob responsabilidade de secretarias de obras ou infraestrutura dos municípios (São Paulo, 2016).



Outra tipologia relevante são os parques lineares e corredores ecológicos, que consistem em parques urbanos ou conjuntos de áreas alongados, promovendo assim conexões entre reservatórios gênicos urbanos (Medeiros, 2016).

Portanto, destaca-se o papel da manutenção de manchas verdes urbanas como locais de acomodação de biodiversidade, sendo estes locais potenciais tipologias de parques ou outras áreas protegidas para o manejo e gestão de áreas naturais conectadas em cidades. Tais áreas protegidas podem ser alocadas em vales e ter restrições legais para construção dentro de seus limites, considerando, por exemplo, a possibilidades de cheias dos rios. Desta forma, a conexão ecológica entre diferentes manchas verdes pode viabilizar percursos mais longos de manutenção de biodiversidade ao mesmo tempo que oferecem espaços de lazer, com ciclovias e trilhas.

Esta forma de compreender a distribuição e conexão de áreas naturais no ambiente urbano pode ainda ser a única alternativa de levar áreas verdes a bairros mais carentes (Cavalheiro et al., 1999; Cranz & Boland, 2004; Maretti, 2022; 2023).

As áreas protegidas, nos conceitos internacionalmente mais aceitos, são áreas com objetivos de conservação da natureza, por vezes

demandado de forma explícita, criadas, delimitadas e com gestão específica, viabilizada por legislação ou legitimidade social (Dudley, 2008). No Brasil, a correspondência mais direta são as unidades de conservação (UCs; Brasil, 2000), definidas conforme orienta o artigo 225 da Constituição Brasileira de 1988 (Brasil, 1988). Assim, a terminologia internacional difere da brasileira, pois as áreas protegidas definidas oficialmente no Brasil, segundo o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (Brasil, 2006), vão além das UCs. Já as áreas conservadas, nos conceitos internacionais usuais, vêm sendo progressivamente incorporadas nas estratégias espaciais de conservação. Desde o final do século XX, progressivamente se considera maior diversidade nas áreas protegidas, inclusive com as áreas de conservação indígena e comunitária (Maretti & Simões, 2020). A partir do Plano Estratégico Global aprovado em 2010, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) introduziu a linguagem “Outros Mecanismos Espaciais Eficazes de Conservação” (em tradução interpretada) – conhecidos pela sigla “OMECS” ou pela adaptação (não oficial) pela UICN de “áreas conservadas” (CDB, 2010). Os “OMECS” foram definidos pela CDB em 2018 (CBD, 2018), como áreas que conservam de fato a biodiversidade. E reforçados no atual Plano Global de Biodiversidade Kunming-Montreal (CBD, 2022). Essas vêm sendo chamadas de áreas conservadas.

2.1.2. Recuperar a Natureza em Cidades

A recuperação de ecossistemas naturais, como rios, córregos e áreas de inundação, é uma estratégia importante de enfrentamento e mitigação de um conjunto de danos e desequilíbrios ambientais que o processo de urbanização provocou ao priorizar construir espaços para os fluxos de automóveis enquanto canalizava os fluxos d'água, estratégicos para o equilíbrio ecológico e hídrico do ambiente urbano. A falta de planejamento ecológico da ocupação de áreas urbanas e a sua expansão sem integração de infraestrutura verde às infraestruturas cinza amplamente utilizadas, resultaram em cidades mais vulneráveis a eventos climáticos extremos, como inundações e secas (Herzog, 2013), assim como enorme prejuízo para a qualidade de vida nos centros urbanos, considerando micro-clima, biodiversidade, espaços de lazer e amenização do estresse associado à vida nas cidades, dentre outros fatores que interferem nessa qualidade.

Inúmeros projetos de revitalização de corpos hídricos urbanos ao redor do mundo têm mostrado que o investimento é muito menor do



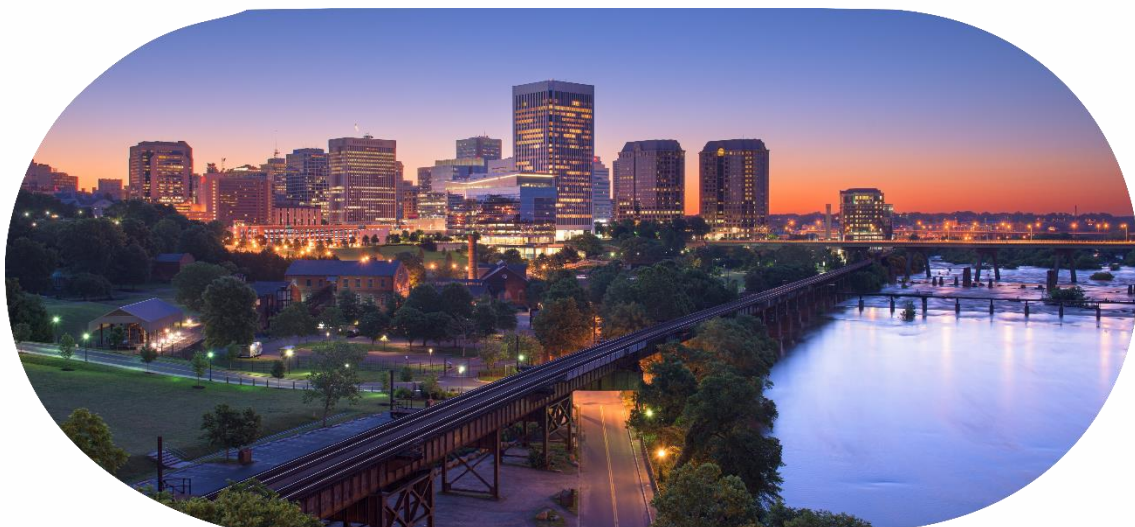
que os ganhos socioambientais. O projeto do córrego Cheong Gye, em Seul (Coreia), é um exemplo de requalificação urbana. A cidade revitalizou a área de um extenso viaduto para restabelecer o curso d'água que corria sob ele, reintroduzindo flora e fauna nativas e promovendo uma infraestrutura híbrida de engenharia e ecológica (cinza e verde). Além de reduzir enchentes, o projeto melhorou a qualidade de vida (qualidade do ar, espaços de lazer e contemplação, paisagem mais amena, dentre outras) e estimulou a economia local, servindo como um modelo para outras cidades da Coreia do Sul que agora priorizam a regeneração de paisagens industriais (Pontes, 2024).

Em diversas cidades, incluindo Portland e Seattle (EUA), as 'ruas verdes' foram recuperadas e convertidas em sistemas com jardins de chuva, o que reduziu o escoamento superficial e mitigou a contaminação difusa, promovendo a conservação ambiental e o bem-estar dos ecossistemas locais (Bush & Doyon, 2019). Destaca-se ainda que a recuperação da infraestrutura verde em paisagens muito cinza pode restabelecer múltiplos benefícios visando o aumento da resiliência urbana. A introdução de vegetação com intervenções de SbN é essencial para o conforto térmico em diferentes escalas, uma vez que o potencial de sombreamento e a capacidade de evapotranspiração das árvores contribuem para a amenização térmica em cidades.

Na escala da cidade, estudos têm mostrado que áreas protegidas contribuem significativamente para a amenização térmica ao mesmo tempo que fomentam outros serviços ecossistêmicos, como a manutenção da biodiversidade, destacando-se como importantes equipamentos urbanos a serem recuperados sempre que possível (Kumar et al., 2024). Isso indica que quanto maior a quantidade de parques e outras tipologias de áreas protegidas em uma cidade, mais rica será a biodiversidade e mais efetiva será a capacidade do sistema urbano em resistir aos eventos climáticos extremos, principalmente os de ondas de calor (Isbell et al., 2015; Oliver et al., 2015; García-Palacios et al., 2018).

Essa tendência de conforto ambiental também tem sido mostrada na escala da praça ou parque, onde se observam associações positivas entre amenização térmica promovida pela flora urbana e diversidade taxonômica e estrutural (Francoeur et al., 2021; Marando et al., 2022). Alguns grupos funcionais de árvores apresentam maior capacidade de evapotranspiração e com isso apresentam maior potencial de

umidificar a atmosfera urbana (Wood & Dupras, 2021), levando o clima local a uma situação mais amena.



Em especial para as cidades brasileiras, as quais se encontram predominantemente em biomas megadiversos, o aumento da diversidade florística urbana traz múltiplos benefícios que se refletem não somente em maior conforto térmico, mas também fomenta a maior amplitude de nicho para biodiversidade de animais que direta ou indiretamente habitam as áreas verdes urbanas, tornando o sistema ecológico de cidades mais resiliente (Berthon et al., 2021; Lehmann, 2021).

Deve-se notar, no entanto, que em grandes cidades de regiões equatoriais e tropicais, o efeito de mitigação térmica da vegetação é menos significativo do que em grandes cidades em outras regiões geográficas, ou seja, aquelas com clima temperado (Deng et al., 2024). Isso reforça ainda mais a necessidade de as cidades brasileiras restaurarem a infraestrutura verde como medidas de adaptação em seus respectivos planos. Em cidades costeiras, existem diversos exemplos ao redor do mundo de como a restauração de habitats marinhos e costeiros, como praias e dunas, manguezais e restingas, ervas marinhas e macroalgas, recifes de corais, bancos de ostras, planícies de inundação estuarinas, Mata Atlântica e bancos de areia, aumenta a resiliência climática em cidades costeiras, com benefícios ambientais, sociais, econômicos e culturais (Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, 2024).

A recuperação de áreas verdes e azuis nas cidades deve estar nas prioridades da agenda municipal, sendo um instrumento de SbN que torna as áreas urbanas mais adaptadas aos episódios climáticos extremos que podem se tornar mais frequentes nas próximas décadas (Geirinhas et al., 2021).

2.1.3. Adaptar as Cidades com Base na Natureza

A expansão urbana planejada com bairros ecológicos (eco-bairros), os quais têm SbN projetadas de forma sistêmica, são exemplos inspiradores. Na cidade de Freiburg (Alemanha), os bairros “Rieselfeld” e “Vauban” foram projetados com diversas tipologias de SbN em sistema, de modo a manter o funcionamento ecológico dos processos e fluxos naturais, possibilitando o manejo de águas pluviais, amenização de ilhas de calor, áreas de integração social, lazer e recreação (Herzog, 2013).

Esses processos de renaturalização de ambientes urbanos, evidentemente, precisam ser entendidos de forma crítica de acordo com o contexto em que se inserem, particularmente considerando as diferenças socioeconômicas entre cidades dos países do norte e do sul global. Portanto, exemplos em cidades do norte global são avaliados para somar ao processo de encontro de soluções locais adequadas às cidades brasileiras e alinhadas com demandas e prioridades específicas do contexto urbano nacional, em todas as suas dimensões e escalas: ecológicas, econômicas, demográficas, culturais, institucionais, infra estruturais, etc.

Tendo em consideração a premissa acima, podemos observar que países do norte global têm investido significativamente em projetos de SbN. Desde 2015, a União Europeia investiu 665 milhões de euros em 76 projetos de pesquisa e inovação, com um total de 1391 parceiros de 71 países (EU, 2023). Isso facilitou a promoção de novas infraestruturas verdes e a adaptação de ambientes urbanos para enfrentar os impactos da mudança climática. Esses investimentos fortaleceram a base de conhecimento científico e prático sobre SbN em diversas cidades (EU, 2015). Nos Estados Unidos, projetos de SbN se expandiram para incluir grandes escalas, com o Departamento Federal de Administração de Estradas promovendo a integração de SbN em rodovias federais, criando paisagens mais resilientes e adaptáveis a eventos climáticos extremos (Buckingham e Torossian, 2021). A criação de projetos multifuncionais em paisagens urbanizadas



degradadas, como parques multifuncionais, jardins de chuva e espaços regenerados em áreas de “lixão” e mineração, está ganhando popularidade ao redor do mundo, com o objetivo de oferecer novas áreas sustentáveis e multifuncionais para as comunidades urbanas. Ao fomentar paisagens multifuncionais urbanas, a naturalização pode conciliar bem-estar humano, manutenção da biodiversidade e segurança alimentar (Lavorel et al., 2022).

Como destaque, a produção de alimentos por meio de hortas urbanas apresenta baixa pegada de carbono e é uma forma sustentável de planejar cidades (Dimitri et al., 2016). Estima-se que mais de 70% da produção global de alimentos seja consumida em cidades, embora entre 15% e 20% apenas seja produzido nestes locais (UNEP, 2025). Estudiosos argumentam que, globalmente, o sistema de agricultura urbana não somente garante parte da segurança alimentar, mas é um excelente equipamento para mobilidade social, uma vez que sistemas de cooperativas e organizações da sociedade civil podem ser estruturados em cidades com ampla desigualdade socioeconômica, favorecendo assim a parte socialmente vulnerável da população (Poulsen et al., 2015; Kanosvamhira, 2024).

A partir de uma perspectiva da introdução de natureza em cidades como meio de equidade social, a capacitação de jovens de baixa renda e demais grupos em situação de vulnerabilidade em práticas agrícolas urbanas pode ser uma oportunidade para combater o desemprego e com isso retirar famílias da situação de extrema pobreza (Braw & Suryanarayana, 2015; Sharaunga et al., 2016; Christiaensen et al., 2021). No entanto, este assunto necessita ser mais trabalhado na comunidade científica e integrado na pauta de ações dos *stakeholders*, uma vez que esse interesse em políticas públicas é notório em áreas com elevada desigualdade econômica (Maïga et al., 2020), tornando o tema extremamente estratégico para o desenvolvimento do país.

Cabe ainda destacar que, além de atuar como alavanca social, a agricultura urbana oferece inúmeros serviços ecossistêmicos, destacando-se, em muitos casos, por ser um elemento de resistência e resiliência aos extremos climáticos, oferecendo assim um contexto de sustentabilidade a longo prazo (Qiu et al., 2024). No entanto, torna-se necessário planejar adequadamente estes espaços de produção de alimentos, evitando proximidades com fontes de poluição (e.g.,

margens de estradas) e manejos com produtos químicos (Säumel et al., 2012; Antisari et al., 2015; Bretzel et al., 2016).

A renaturalização de ambientes urbanos a partir da produção de alimentos apresenta boas oportunidades tanto em locais com alta densidade como em locais com abundância de espaços livres. Em contextos de intenso adensamento urbano, o incentivo ao uso de telhados verdes na produção de alimentos é uma boa SbN, especialmente devido às limitações de espaços verdes livres, o que garante a oferta de alimentos e outros serviços ecossistêmicos (Walters et al., 2018; Jacobs et al., 2023; Rolhauser et al., 2023). Por outro lado, territórios com abundância de manchas verdes no tecido urbano podem ser restauradas a partir de técnicas agroecológicas, as quais se conectam aos princípios sociais, ecológicos e econômicos fundamentais da agricultura urbana, apresentando-se como uma importante SbN, garantindo maior segurança alimentar ao mesmo tempo que restabelece padrões e funções ecológicas em áreas urbanas (Villavicencio-valdez et al., 2023).

Globalmente, a biodiversidade encontrada em cidades é explicada por uma série de variáveis, sejam elas climatológicas, sociais ou de uso do solo (Nielsen et al., 2014; Turrini & Knop, 2015; Uchida et al., 2021). Regiões tropicais e subtropicais apresentam altos índices de diversidade biológica, sendo algumas regiões consideradas *hotspots* de biodiversidade (Harvey et al., 2020). No entanto, Cincotta et al. (2000) mostraram no início deste século que mais da metade destes *hotspots* tinham densidade populacional acima da média mundial, ameaçando fortemente a existência de algumas espécies, principalmente nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, que abrigam regiões metropolitanas como as de Brasília e São Paulo, respectivamente.

Na perspectiva da adaptação de áreas urbanas e com o propósito de conservar o patrimônio genético encontrado em cidades brasileiras, a arborização urbana tem potencial de restabelecer parte da vida selvagem, seja esses indivíduos apenas transitórios ou permanentes. O uso de ampla diversidade funcional em áreas verdes fortalece as relações ecológicas e aumenta a resistência do sistema frente às pressões antrópicas (Paquette et al., 2021).



A fim de manter a alta biodiversidade em áreas urbanas, conforme o padrão de áreas periurbanas ou naturais fora do tecido urbano, algumas métricas para a diversidade florística têm sido bem estabelecidas e utilizadas em diferentes partes do mundo. Alguns autores fomentaram um limite taxonômico máximo de 10% de qualquer espécie em particular, 20% de qualquer gênero ou 30% de qualquer família botânica para algumas partes do planeta (Santamour, 1990, Cumming al., 2008), no entanto, propostas mais realistas com um padrão global de biodiversidade em cidades têm sido adotadas recentemente, trazendo métricas com alto potencial de fomentar serviços ecossistêmicos condizentes com um cenário climático atual (Browning et al., 2024; Vesuviano et al., 2025).

Este é o caso da regra 3-30-300, que preconiza que cada habitante urbano deve ter pelo menos três árvores visíveis de sua casa (para melhora a conexão visual com a natureza), 30% de cobertura vegetal em seu bairro (para redução de ilhas de calor e melhora da qualidade do ar) e um parque ou área verde a até 300 metros de casa (para acesso fácil a espaços de recreação e promoção de saúde) (Konijnendijk, 2021). No entanto, cabe destacar que a heterogeneidade ambiental, bem como as características socioeconômicas e culturais de cada região e cidade brasileira não permitem uma regra única para o país, cabendo a cada território um planejamento adequado e sensato para a sua realidade.

Isso ajuda a aumentar a diversidade natural encontrada em sistemas de regiões tropicais e subtropicais e diminui os níveis de homogeneização biótica reportado em áreas urbanas (Mckinney,

2006; Iokatis & Jeschke, 2022; Sidemo-Holm et al., 2022; Deng et al., 2024; Rivest & Kharouba, 2024).

A adaptação de cidades a partir de outra estratégia importante que é a arborização urbana requer cuidados especiais, pois nem todos os grupos taxonômicos de árvores têm aptidões que as qualifiquem para inserção em áreas urbanas, seja pela sua sensibilidade aos poluentes atmosféricos, seja por outros fatores como elevadas temperaturas (Bulbovas et al., 2010; Barwise & Kumar, 2020). Além disso, características morfológicas devem ser selecionadas ao escolher as principais espécies a serem plantadas em áreas urbanas, o que inclui espécies que têm raízes aéreas, frutos grandes e pesados, flores com excesso de substâncias escorregadiças em calçadas, dentre outros atributos morfológicos (Lüttge & Buckeridge, 2020). Isso se torna fundamental na perspectiva do planejamento de mobilidade ativa, onde a caminhabilidade do pedestre deve ser sempre segura, ao mesmo tempo que protegida de insolação intensa.

As estratégias de conservação, recuperação e adaptação reforçam o papel fundamental das Soluções Baseadas na Natureza para o fortalecimento de uma condição de resiliência, sustentabilidade e qualidade de vida para as populações urbanas.

2.2. Biodiversidade e Planejamento Urbano Sustentável

2.2.1. Abordagem Verde-Azul: Integrando Conservação, Arborização Urbana e Infraestrutura Verde

A abordagem de design em Sistemas Verde-Azuis inclui conservação, restauração e planejamento urbano inovador para promover ambientes urbanos sustentáveis, resilientes às mudanças climáticas e que elevam a qualidade de vida. Ao combinar espaços verdes (florestas urbanas, parques, praças, corredores verdes, orlas e telhados verdes) com espaços azuis (praias, cursos d'água, zonas úmidas e sistemas de drenagem), as cidades podem criar uma interação mais harmoniosa entre a atividade humana e os ecossistemas naturais (Ahern, 2011).



Com isso, espera-se que o planejamento territorial se aproprie cada vez mais da abordagem que envolva a infraestrutura verde-azul como estrutura para a gestão de ecossistemas em múltiplas escalas. Neste contexto, as Soluções baseadas na Natureza ganham destaque especial, porém, é importante que ações de SbN não se debrucem sobre problemas socioambientais específicos, mas que se expandam para relações espaciais interconectadas, ampliando a oferta de serviços ecossistêmicos. Essa abordagem sistêmica e integrada entre infraestrutura verde e azul aborda de forma mais significativa as redes ecológicas multiescalares e seus benefícios multifuncionais, cabendo aqui destacar desde corredores de biodiversidade até a regulação climática em gradientes urbano-rurais (Langemeyer & Baró, 2021).

Globalmente, algumas cidades se destacam pela alta capacidade de fazer gestão integrada entre a infraestrutura verde e a azul. Estes são os casos de Melbourne (Austrália) e Roterdã (Holanda) e Belo Horizonte (Brasil), as quais implantaram políticas de integração entre ambas as infraestruturas criando sistemas interconectados, i.e., abordando a mitigação do calor, a resiliência a inundações e outros desafios de sustentabilidade de forma holística (Rangel et al., 2021; Oliveira et al., 2022). No entanto, destaca-se que para promover políticas e ações integradas é necessário superar desafios ainda maiores, como barreiras de governança, falta de recursos para projetos audaciosos e falta de conhecimento local sobre a dinâmica e processos associados aos ecossistemas em questão (Davies & Laforteza, 2019).

2.2.2. Espaços Urbanos Regenerativos e Restaurados: Conectando Infraestrutura Verde-Azul, Sistemas Municipais e Oásis de Resiliência

A conservação e restauração de ecossistemas, especialmente por meio da arborização (plantio de árvores em áreas desmatadas) e da proteção de habitats naturais, são elementos-chave para obter maior resiliência. Em contextos urbanos, a expansão de áreas verdes e o aumento da cobertura arbórea são essenciais para aumentar a biodiversidade, reduzir o efeito de ilha de calor urbana, melhorar a qualidade do ar e oferecer sombreamento e resfriamento. A restauração de ambientes verdes urbanos, focada especialmente na revitalização de paisagens degradadas, como terrenos abandonados e áreas industriais inativas, pode transformar áreas de baixa oferta de serviços ecossistêmicos e locais multifuncionais, com espaços azuis e verdes integrados que beneficiam tanto o bem-estar humano quanto a biodiversidade (He, 2019).

No entanto, diante desta pauta, destaca-se a necessidade de migrar de uma abordagem de restauração tradicional, i.e., concentrada predominantemente em áreas rurais ou periurbanas, para ambientes urbanos que apresentam inúmeros desafios, incluindo intensa fragmentação de fragmentos florestais, alto ocorrência de espécies invasoras e severos efeitos de ilha de calor urbana, o que traz à luz destes problemas a necessidade de se criar abordagens direcionadas e especializadas às demandas locais (e.g., remoção/substituição de espécies invasoras por espécies nativas). Cabe ressaltar que a restauração de florestas urbanas é um campo emergente dentro da ciência ambiental, necessitando de práticas baseadas em evidências para evitar métodos dispendiosos de tentativa e erro e garantir o sucesso a longo prazo (Bertoletti et al., 2025).

Além disso, o redesenho de espaços abertos — incluindo ruas, calçadas, recuos, praças e parques — é um pilar dos Sistemas Verde-Azul em áreas urbanas. Essas intervenções não só melhoram a estética urbana, mas também ampliam a função ecológica da cidade ao aumentar superfícies permeáveis para absorção da água da chuva, reduzir inundações e escoamento superficial, criar espaços públicos mais acessíveis e seguros e funcionar como trampolins ecológicos para a biodiversidade. Parques e praças urbanas tornam-se áreas multifuncionais, servindo como oásis urbanos que oferecem espaços de lazer, melhoram a saúde física e mental e funcionam como refúgios



durante eventos climáticos extremos, como ondas de calor (C40, 2020).

Destaca-se que um sistema municipal abrangente de áreas protegidas e conservadas — tanto públicas quanto privadas — seja crucial para uma malha urbana sustentável. No entanto, deve-se ter especial atenção para as diversas cidades brasileiras que apresentaram elevado crescimento demográfico e rápida expansão urbana no século XX, pois são territórios que, historicamente, apresentam maiores desafios na recuperação destes espaços naturais. Com isso, entende-se que esforços devem ser direcionados para a recuperação da natureza principalmente em médias e grandes cidades, de modo que, essas áreas urbanas não se tornem somente mais resilientes aos eventos de extremos climáticos, mas sejam elementos inclusivos e promotores de bem estar humano.

A gestão eficaz desses espaços naturais garante que os ecossistemas prosperem, oferecendo benefícios como conservação da biodiversidade, controle de enchentes, filtragem da água e promoção de equidade social ao garantir acesso à natureza para todos os cidadãos (UNEP, 2023). Tal manejo de áreas naturais em cidades fomenta pode ofertar serviços ecossistêmicos por refúgios ou oásis urbanos que desempenham um papel fundamental na abordagem dos Sistemas Verde-Azul. Esses oásis urbanos são projetados sob o conceito *safe to fail* (à prova de falhas) — ou seja, podem absorver e se recuperar de estresses, como chuvas intensas ou calor extremo, sem danos significativos (Delaney, 2018).

Além da restauração de manchas verdes, outras estratégias podem garantir alta eficiência na oferta de serviços ecossistêmicos, como por exemplo, os telhados e as paredes verdes, que são soluções eficazes para ampliar e conectar áreas verdes em regiões urbanas densamente povoadas. Estes sistemas ajudam no manejo de águas pluviais, melhoram a eficiência energética de edifícios e contribuem para a biodiversidade ao fornecer habitats para aves e polinizadores (Williams, 2014).

O desempenho de telhados e paredes verdes como SbN depende de particularidades de cada projeto, que devem ser adaptados às condições locais. Certamente, o estímulo de telhados verdes em locais de alta densidade populacional é uma alternativa altamente recomendada. Em uma bacia na bacia do Rio Aricanduva, na cidade de



São Paulo, um local com elevada demografia, os telhados verdes exigiram quase a metade de cobertura vegetal para evitar o transbordamento do canal quando comparado a outras superfícies permeáveis tradicionais. Além de aumentar a resiliência em momentos de grandes volumes pluviométricos, os telhados verdes servem como SbN eficiente, pois podem agregar produção de alimentos e outros benefícios ambientais. Esta proposta de adoção de telhados verdes em comunidades com alta densidade populacional, que vivem na linha da pobreza ou da miséria, pode ser um excelente caminho para a transição para a sustentabilidade (Ferreira & Rocha, 2023). Cidades com mais recursos financeiros e mais preocupadas com as Agendas de Sustentabilidade e Climática podem adotar a prática de telhados verdes em edifícios públicos, i.e., escolas e outros prédios, servindo como exemplo a ser seguido pelo resto da sociedade.

2.2.3. Estratégias para Cidades Resilientes: Multifuncionalidade e Redundância Funcional na Preservação e Recuperação de Ecossistemas Urbanos

O conceito *safe to fail* está incorporado aos Sistemas Verde-Azuis para garantir que ambientes urbanos resistam e se recuperem de eventos climáticos extremos. Telhados verdes, pavimentos permeáveis e jardins de chuva são exemplos de sistemas projetados para lidar com excesso de água durante tempestades sem entrar em colapso. Ao planejar redundâncias, ou seja, múltiplos sistemas desempenhando a mesma função, as cidades garantem que, se um sistema for sobrecarregado, outro assuma, mantendo a funcionalidade e minimizando danos (Ahern, 2011). Essa redundância funcional dos projetos deve ser direcionadas a objetivos específicos, como por exemplo, aumentar o controle de inundações, ou aumentar o fluxo gênico e manutenção da alta diversidade biológica em cidades, além de outros (Mestre et al., 2021). Isso significa que mais de uma estratégia é utilizada para a mesma finalidade, a depender das condições do território.

Essas redundâncias podem ser planejadas a partir de elementos naturais que busquem preservar, recuperar e criar infraestruturas verde e azul, assegurando que ecossistemas valiosos permaneçam eficientes no fornecimento de serviços essenciais, como sequestro de carbono e habitat para a vida selvagem. Ao integrar esses princípios no planejamento e no design de projetos, as áreas urbanas tornam-se mais resilientes, sustentáveis e habitáveis, melhorando a gestão da água, protegendo a biodiversidade e promovendo o bem-estar social.

Os princípios de design dos Sistemas Verde-Azuis buscam harmonizar processos naturais com o desenvolvimento humano, criando cidades mais preparadas para os desafios das mudanças climáticas e elevando a qualidade de vida de todos os residentes, além da competitividade urbana (Niemeiã, 2014).

2.3. Água e Planejamento Urbano Sustentável

A gestão e governança eficazes da água exigem uma abordagem sistêmica que considere todo o ciclo hidrológico e projetos que promovam a resiliência em todas as escalas — desde bacias hidrográficas até cidades e bairros urbanos (WEF, 2025). Exemplos de implementação bem-sucedida em grande escala incluem o Programa Cidade Esponja da China e o Espaço para o Rio da Holanda. A Cidade Esponja demonstra uma transformação sistemática da gestão urbana da água (Ma et al., 2020). Na China, a Iniciativa Cidade Esponja (SCI) representa uma implementação significativa de infraestrutura integrada azul-verde-cinza, com o objetivo de lidar com as inundações urbanas e, ao mesmo tempo, promover a sustentabilidade ecológica. Wang et al. (2018) documentaram que uma integração bem-sucedida requer uma consideração cuidadosa das condições hidrológicas locais, da morfologia urbana e das redes de infraestrutura existentes. O projeto *Room for the River*, da Holanda, por sua vez, mostra um planejamento de adaptação de longo prazo (Rijkswaterstaat, 2023)



A integração da infraestrutura azul-verde-cinza surgiu como uma estratégia crucial na gestão da água urbana, particularmente por meio da estrutura da Abordagem de Três Pontos (3PA) (Van de Ven et al.,

2024). Essa estrutura aborda os desafios hídricos urbanos cotidianos, os padrões de projeto e os eventos extremos por meio de uma lente abrangente que combina a infraestrutura cinza tradicional com soluções baseadas na natureza (Randall et al., 2025).

Essa abordagem integra a Abordagem da Política Esponja de Três Pontos (3PSPA), enfatizando a gestão sustentável da água urbana para lidar com condições cotidianas, excedentes e extremas, incluindo inundações e secas. Ao adotar os princípios “Esponja” — País Esponja, Bacias Hidrográficas Esponja, Cidades Esponja e Blocos Esponja —, os ambientes urbanos podem se tornar sistemas adaptáveis que mitigam os impactos climáticos, garantindo a disponibilidade de água e a saúde ecológica (Van de Ven et al., 2024).

Soluções sistêmicas baseadas na natureza (SbN) oferecem oportunidades para reformular a forma como planejamos e projetamos sistemas de gestão da água, com foco na resiliência, sustentabilidade e integração com os ecossistemas naturais (Van de Ven et al., 2024).

A Abordagem da Política Esponja de Três Pontos (3PSPA) é uma combinação da estrutura 3PA com o conceito de cidade esponja, com o objetivo de criar uma abordagem híbrida otimizada para águas urbanas e além das águas urbanas. Ela enfatiza a criação de sistemas urbanos que absorvem, retêm e liberam água de forma eficiente, imitando os ciclos hidrológicos naturais. Incorporar a sustentabilidade na gestão da água urbana para abordar todos os três domínios do dia a dia, eventos de excedência e eventos extremos de enchentes ou secas (Van de Ven et al., 2024). A gestão do dia a dia inclui a integração de infraestruturas verdes para a gestão diária da água urbana, otimizando os recursos hídricos e protegendo a qualidade da água urbana. A gestão de eventos extremos, por sua vez, centra-se na concepção de estratégias que acomodem inundações e secas extremas, criando sistemas que possam absorver o excesso de água durante eventos climáticos extremos ou armazená-la para períodos de seca, mantendo assim a resiliência urbana.

A Política dos Três Pontos da Cidade Esponja aplica-se em Múltiplas Escalas

- País Esponja: estratégias nacionais que incentivam SbN em toda a paisagem, com foco no reflorestamento, conservação do solo e gestão de bacias hidrográficas para aumentar a retenção de água e

reduzir as inundações a jusante. Este paradigma é apoiado por evidências que sugerem que a restauração da paisagem aumenta significativamente a retenção de água e mitiga os riscos de inundações a jusante (Currea et al., 2024; Tellman et al., 2018). Pesquisas indicam que a incorporação de NbS em estratégias tão amplas pode levar a soluções econômicas que aumentam tanto a resiliência da infraestrutura quanto o bem-estar social, especialmente no contexto do crescimento populacional e da variabilidade climática (Lalonde et al., 2024; Seddon et al., 2020).

- **Bacias hidrográficas esponjosas:** No nível da bacia hidrográfica, a integração de infraestruturas verdes, como zonas úmidas, zonas tampão ribeirinhas e planícies aluviais, ajuda a gerenciar a quantidade e a qualidade da água, reduzindo os riscos de inundações e promovendo a biodiversidade. Evidências mostram que essas características naturais não apenas reduzem os riscos de inundações, mas também reforçam a biodiversidade (Miralles-Wilhelm, 2023; Zelaznik et al., 2023). Estudos confirmam que as NbS podem gerenciar eficazmente as águas pluviais, desempenhando assim um papel vital na mitigação de inundações, ao mesmo tempo que proporcionam benefícios ecológicos significativos, tais como a provisão de habitats e a melhoria da qualidade da água (Tsegaye et al., 2020; Randhir & Klosterman, 2024).

- **Cidades esponjas:** Áreas urbanas que integram projetos sensíveis à água, incluindo pavimentos permeáveis, telhados verdes, jardins de chuva e zonas húmidas construídas. A nível urbano, as cidades esponja incorporam projetos sensíveis à água, incluindo pavimentos permeáveis e telhados verdes. A eficácia destas medidas foi documentada, demonstrando uma melhor gestão das águas pluviais e uma libertação gradual da água que mitiga as inundações e facilita a recarga dos lençóis freáticos (Teston et al., 2018; Liu et al., 2023). Os sistemas descentralizados de gestão da água nas cidades esponja são destacados como essenciais para otimizar os sistemas hídricos urbanos. Esses sistemas permitem uma rápida implementação e adaptação aos padrões de crescimento urbano, alinhando o desenvolvimento da infraestrutura com as necessidades da comunidade (Younos, 2011; Medeiros et al., 2017).

- **Blocos esponjosos:** finalmente, na escala do bairro, denominados blocos esponjosos, é priorizada a gestão localizada da água por meio de sistemas de micro-retenção de água. Essa abordagem reforça o objetivo geral de descentralizar a gestão da água para aliviar a pressão sobre as infraestruturas centralizadas (Yan et al.,



2018; Leigh & Lee, 2019). Pesquisas ilustram como estratégias descentralizadas promovem a resiliência contra riscos relacionados à água e aumentam o envolvimento da comunidade na gestão de recursos, resultando em um ciclo urbano da água mais sustentável (Schuetze & Santiago-Fandiño, 2014; Cole et al., 2022).

Price (2003) e Allen & Holling (2010) argumentam que as SbN sustentáveis devem equilibrar robustez e adaptabilidade. Essa dupla capacidade permite que os sistemas resistam a pressões externas e evoluam conforme necessário, o que é fundamental para a sustentabilidade a longo prazo. No centro dessa visão está a integração de ecologias infraestruturais, que harmonizam infraestruturas verdes e cinzentas com ecossistemas aquáticos, promovendo redes e fluxos que transcendem os projetos tradicionais em silos. O institucionalismo histórico destaca a importância de abordar as dependências do caminho percorrido, aprender com os erros do passado e alinhar os investimentos de longo prazo com um futuro sustentável para a água. Tecnologias inovadoras, como estruturas flutuantes e anfíbias, aumentam ainda mais a adaptabilidade a condições extremas.

Além da gestão dos recursos físicos, os corpos d'água devem ser reconhecidos como entidades vivas, essenciais para a biodiversidade, o patrimônio cultural e o bem-estar humano. As áreas azuis — rios, lagos, zonas úmidas e costas — são vitais para promover a resiliência climática, melhorar a qualidade de vida, apoiar a biodiversidade e proporcionar oportunidades de lazer. Uma estrutura de governança colaborativa que integre diversos atores na interface água-terra é crucial para promover sistemas hídricos inclusivos e resilientes. Essa perspectiva sistêmica e multiescalar garante que as soluções baseadas na natureza para a gestão da água sejam robustas, equitativas e adaptáveis às incertezas de um clima em mudança.

3

POLÍTICA PÚBLICA: GOVERNANÇA, FINANCIAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO CIDADE VERDE-AZUL RESILIENTE



**POLÍTICA PÚBLICA:
GOVERNANÇA, FINANCIAMENTO
E IMPLEMENTAÇÃO CIDADE
VERDE-AZUL RESILIENTE**

3. POLÍTICA PÚBLICA: GOVERNANÇA, FINANCIAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA CIDADE VERDE-AZUL RESILIENTE

3.1. Governança: Multiescala, Intersetorial e Inclusiva

Uma governança eficaz é a base para alcançar a resiliência e a sustentabilidade urbanas e é importante integrar diversas estratégias de governança para enfrentar os desafios complexos que as cidades enfrentam (UN Habitat, 2022). Uma governança eficaz da adaptação climática das cidades exige capacidade e estratégias de integração horizontal e vertical de múltiplos atores, além de uma integração setorial, multiescalar, e capacidade de dar suporte para os processos de adaptação em longo prazo (Chu et al., 2017; Castellanos et al., 2022). A capacidade de formulação e operacionalização de políticas públicas orientadas por uma governança ambiental integrada e multiescalar, capaz de articular instrumentos normativos, institucionais e financeiros é também uma das chaves para a conformação de cidades verdes-azuis resilientes (Sotto et al., 2019; Araújo et al., 2024b).

Governança Multinível

A gestão da mudança climática exige uma cooperação multinível de governança, partindo do local para o global e do público ao privado (Viola & Franchini, 2022). Partir do global envolve, por exemplo, a inclusão nos desenhos de políticas, planos e ações, de documentos com estratégias globais para o desenvolvimento urbano sustentável. A inclusão das estratégias para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU seria fundamental, cuja integração aos objetivos traçados para a construção da cidade resiliente é necessária (Carvalho et al., 2024). Em nível intergovernamental, a ONU declarou a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030) e a Década da Restauração dos Ecossistemas (2021-2030) como agendas essenciais para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e que trazem em sua concepção e plano de desenvolvimento a importância dos processos de coprodução, das ações multiníveis e multisetoriais e das soluções baseadas na natureza e das decisões cientificamente embasadas. A Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, popularmente conhecida como Década do Oceano, tem como base a maior concentração humana na zona costeira, e foi desenhada em 10 desafios (Agostini et al., 2024; Arbic et al., 2024; Callewaert et al., 2024; 2024; Glithero et al., 2024; Hatje et al., 2024; Haugan et al., 2024; Miloslavich et al., 2024; Muller-Karger et al., 2024;

Pinardi et al., 2024; Sabine et al., 2024) para que os governantes nacionais e subnacionais, o que inclui o papel essencial dos municípios, possam adaptar suas cidades e ações com vistas a sustentabilidade e resiliência climática.

A estruturação de uma governança climática pode aproveitar-se de diferentes políticas e iniciativas que visam promover a colaboração entre os níveis nacional, estadual e municipal, poderiam integrar a governança climática. Diferentes documentos visam esta colaboração, como o Estatuto da Metrópole (Brasil, 2015), por exemplo, que, embora careça de diretrizes claras para a integração interfederativa, visa promover a colaboração entre os níveis nacional, estadual e municipal (Zimmerman et al., 2023). Outro seria a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, que visa a colaboração entre diferentes atores para o desenvolvimento urbano sustentável (Brasil, 2020c) e o Plano Nacional de Implementação da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (MCTI, 2021) que traz prioridades de ações para cada região do país, construído de forma participativa e multisetorial. Projetos específicos também podem ajudar ao promoverem a cooperação intersetorial e inter-regional. Atualmente, por exemplo, iniciativas como o projeto CITInova II – Promoção do planejamento metropolitano integrado e de investimentos em tecnologia urbana inovadora no Brasil visam desenvolver ações para acelerar o desenvolvimento sustentável em regiões metropolitanas brasileiras (Belém, Florianópolis e Teresina) com menos emissões de gases de efeito estufa e priorizando a conservação da biodiversidade (FUNBIO, 2023).

Governança Participativa

Também são determinantes de uma governança eficiente dos processos de adaptação, uma alta capacidade de promover o engajamento dos diversos atores impactados e de acolher iniciativas baseadas na comunidade (Rosenzweig et al., 2017; Castellanos et al., 2022). Essas condicionantes para uma capacidade robusta de governança climática coadunam com o entendimento de governança como democrática, participativa, dentro de uma forma não hierárquica e, colaborativa e participativa com de coordenação e integração entre escalas administrativas e territoriais — local, regional e nacional — (Matarazzo et al., 2021), assim como entre vários atores e setores que integram o sistema urbano — infraestrutura, uso do solo, mobilidade, meio ambiente e recursos naturais, dentre outros (Empinotti et al.,

2023). Essa governança participativa exige, ainda, mecanismos de monitoramento, avaliação e indicadores de desempenho ambiental (Krisan, 2022), com dados transparentes, acessíveis, o que geralmente envolve integração institucional e uma transformação digital nos serviços públicos, por exemplo, com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (Brasil, 2018) regulando a coleta e uso de dados (Filgueiras et al., 2025). Ainda, exige uma capacitação institucional e um engajamento social contínuo, construindo uma cultura de corresponsabilidade na gestão dos bens comuns urbanos, e ampliando a transparência e capacidade inclusiva dos processos de adaptação (Krisan, 2022). A participação social é elemento central de uma governança justa e democrática, colaborando para reduzir desigualdades econômicas, sociais e territoriais (Jacobi, 2023).

Governança e Desastres

Diante das consequências dos desastres climáticos, cidades em todo o mundo estão trabalhando para criar novas estruturas de governança para responder melhor a desastres e minimizar a vulnerabilidade dos cidadãos à mudança climática, reagindo à uma história de governança precária que frequentemente prejudicou as comunidades urbanas (Viana, 2011). Nestes eventos, a gestão pública é acionada para implementação de políticas capazes de coordenar agentes de diferentes esferas governamentais e não governamentais. Por exemplo, a cidade do Rio de Janeiro estabeleceu o Centro de Operações (COR) em dezembro de 2010, em resposta a deslizamentos fatais ocorridos na cidade. O centro opera 24 horas por dia, monitorando indicadores como precipitação, riscos de incêndio e temperatura. O modelo de governança do COR é inovador, integrando 30 agências (municipais, estaduais e serviços públicos) para criar uma tomada de decisão multidisciplinar (Pinto & De Castro, 2022). O Centro envolve ativamente as comunidades por meio de treinamento e se comunica proativamente com os cidadãos: ele fornece alertas por meio de notícias e canais de mídia social e coleta dados de cidadãos por meio do aplicativo móvel da cidade (Pinto & De Castro, 2022).

Planejamento preventivo e não apenas ações públicas relativas aos desastres requer estruturas de governança desta prevenção, demandando desenhos de arranjos de políticas específicos, criação de instituições, planos, programas e ações que implicam em recursos financeiros. Os municípios geralmente não têm os recursos financeiros para fazer os investimentos necessários em infraestrutura, o que

dificulta o andamento dos processos de adaptação (*Coalition for Urban Transitions*, 2021).

Governança Visando Erradicação da Pobreza/Enfrentamento de Desigualdades

Geralmente os mais afetados pelos impactos da mudança climática e pelos desastres são os mais vulneráveis, e para o enfrentamento das vulnerabilidades e desigualdades socioterritoriais, a qualidade da governança urbana é tida como fator mais importante para a erradicação da pobreza e para a promoção de cidades prósperas (UN Habitat, 2022). A qualidade da governança envolve, ao conceber estratégias para a sustentabilidade ambiental, por exemplo, articulá-las com formas de combate ao racismo, à desigualdade de gênero, à extrema pobreza, entre outras formas de discriminação e diferenças de poder interseccionais. Já existem coalizões com objetivos assim, como a Coalizão Brasileira de Cidades Inclusivas e Sustentáveis (UNESCO, 2024). Ainda, o tema da migração e dos deslocamentos climáticos exigem uma governança inclusiva, garantindo que as políticas públicas atendam às necessidades das pessoas deslocadas. Um exemplo nesta direção é o do Plano Municipal de Políticas para Refugiados e Migrantes de São Paulo, um exemplo de integração inclusiva (Lei Municipal 16.478, São Paulo, 2016).

Governança para SbN e Green Mobility

Determinados temas exigem diferentes colaborações a compor a governança climática. A implementação territorial das soluções verdes-azuis para a cidade resiliente, exige estratégias de planejamento e regulação que incorporem Soluções Baseadas na Natureza (SbN), infraestrutura verde-azul e abordagens ecossistêmicas, promovendo a restauração ambiental, a conectividade ecológica, o controle da drenagem urbana e a resiliência climática (Frantzeskaki e Mcphearson, 2021). Pesquisas mostram que conceber uma governança que visa a implementação de SbN, requer uma governança participativa cujo engajamento da comunidade e o conhecimento local contribuem para soluções mais eficazes e sustentáveis (*United Nations Environment Programme*, 2023). Já uma governança que vise soluções de mobilidade verde, reclamam por parcerias entre governo e indústria, cruciais para o desenvolvimento e a implementação de soluções de mobilidade verde,

cuja colaboração pode alavancar recursos e expertise para acelerar a transição para o transporte sustentável (Wef, 2024).



A Importância da Educação e Comunicação para Fortalecer a Governança

A construção de cidades mais resilientes à crise climática exige mais do que infraestrutura: exige mudança de comportamento, capacidade adaptativa e tomada de decisões informadas por parte de cidadãos e gestores públicos e privados. Essa transformação só é possível com um investimento estruturado em educação climática e em estratégias de comunicação que conectem ciência, cultura e políticas públicas (Ruiz-Malién et al., 2022). A adaptação climática urbana precisa ser compreendida como uma responsabilidade coletiva, e isso demanda que todos os setores da sociedade — saúde, mobilidade, habitação, economia, governança — tenham suas decisões pautadas por uma nova lógica ecológica e climática.

Neste cenário, a educação não é apenas uma ferramenta de sensibilização, mas um eixo estruturante para formar gerações capazes de compreender a complexidade das mudanças climáticas e agir com responsabilidade socioambiental (Stenvenson et al., 2017; Trott et al., 2023). Quando incorporada desde a educação básica, essa formação amplia o alcance da ciência para além da academia, influenciando setores diversos e fomentando o engajamento político e social. A comunicação, por sua vez, cumpre o papel de manter o tema vivo na esfera pública, gerando pressão por compromissos institucionais e eleitorais.



Um exemplo relevante para o entendimento da importância da educação e comunicação na governança para enfrentamento da crise climática está na forma como a cultura oceânica, e seus desdobramentos para a governança climática, emerge como conceito estratégico, reconhecido pela ONU, dentro da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO-IOC, 2017). Longe de se restringir à conservação marinha, a cultura oceânica representa a compreensão integrada da relação entre oceano, clima, território e bem-estar humano (McRuer et al., 2025). Trata-se de uma abordagem educacional, comunicacional e cultural que fortalece o protagonismo da sociedade na construção de soluções baseadas na natureza — especialmente em contextos urbanos — e que contribui para o desenho de cidades verdes-azuis: territórios onde a infraestrutura ecológica, o planejamento costeiro e a valorização dos ecossistemas aquáticos são integradas à resiliência urbana.

Com base no Desafio 10 da Década do Oceano — “mudar a relação da humanidade com o oceano” — a cultura oceânica articula quatro dimensões interdependentes: educação, comunicação, conexões culturais e sistemas de conhecimento (UNESCO-IOC, 2025a). Essa perspectiva amplia o impacto da educação climática ao integrar saberes científicos, tradicionais e comunitários, criando pontes entre o local e o global, entre o cotidiano urbano e os ciclos oceânicos que moldam o clima, a segurança hídrica e alimentar de todas as regiões, mesmo as distantes do litoral.

O Brasil é referência mundial nesse campo. Foi o primeiro país a assumir, junto à UNESCO, o compromisso com o Currículo Azul, se comprometendo com um processo participativo de construção para incorporar a cultura oceânica nas políticas públicas educacionais em âmbito nacional, estadual e municipal (UNESCO-IOC 2022, UNESCO-IOC 2025b). Iniciativas como o Programa Escola Azul, a Olimpíada do Oceano e os relatórios técnicos da Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica se somam a diversos outros movimentos pela educação, popularização da ciência e combate às informações falsas e demonstram como o país tem traduzido esse conceito em ações concretas, intersetoriais e territorializadas. Essas ações fortalecem a capacidade adaptativa das cidades, promovem justiça climática e posicionam o Brasil como protagonista global em soluções educacionais para um futuro climático sustentável.



Em um processo de impactos climáticos que discutimos em escalas decadais, investir na educação, que igualmente demanda anos ou até décadas para gerar a transformação é essencial para uma alteração da situação atual (Stevenson et al., 2017). Enquanto ações imediatas continuam sendo essenciais, paralelamente o investimento amplo na educação inovadora, ativa e contextualizada na realidade atual fará com que ao longo dos anos as ações imediatas sejam facilitadas, fortalecidas e tenhamos um momento de crescimento exponencial a partir de termos uma sociedade efetivamente engajada na importância das cidades verdes-azuis.

3.2. Fomento à Elaboração Participativa e Inclusiva de Diagnósticos, Planos, Projetos e Intervenções

A formulação de diagnósticos, planos e projetos de adaptação climática demanda mais do que soluções técnicas — exige uma abordagem que considere a justiça social e ambiental de forma integrada. Segundo Schlosberg (2012), políticas de adaptação devem ser orientadas por uma perspectiva de justiça climática baseada na teoria das capacidades, priorizando não apenas a distribuição equitativa de recursos, mas também o reconhecimento das vulnerabilidades, a participação efetiva das comunidades afetadas e a ampliação das condições para que indivíduos e grupos possam viver vidas dignas. Isso implica compreender a adaptação como uma questão de justiça, que deve restaurar e fortalecer as capacidades humanas e ecológicas frente aos impactos do clima.

Nesse contexto, fomentar uma cultura democrática torna-se essencial. A participação ampla e qualificada dos diferentes atores sociais na construção de respostas adaptativas permite que os diagnósticos e as ações propostas reflitam as necessidades, conhecimentos e prioridades das populações vulnerabilizadas (Schlosberg, 2012). Assim, políticas de adaptação não apenas enfrentam os riscos climáticos, mas também contribuem para a redução das desigualdades estruturais que limitam a resiliência das comunidades (Schlosberg, 2012).

A inclusão e a participação social são elementos centrais para a construção de diagnósticos e planos para ações de adaptação climática que reconheçam as especificidades territoriais e as desigualdades estruturais. Processos participativos amplos e qualificados ajudam a evitar formas de maladaptação — ou seja,



estratégias que, ao invés de mitigar vulnerabilidades, acabam agravando desigualdades socioambientais existentes (Schipper, 2020). Em áreas informais, por exemplo, ações focadas apenas na redução de riscos de desastres climáticos, sem transformações estruturais, frequentemente resultam na reprodução da vulnerabilidade (See & Wilmsen, 2020; Castellanos et al., 2022). Yazar et al. (2025) observam que muitas cidades ainda falham em envolver de forma significativa os grupos mais marginalizados, adotando mecanismos de participação simbólica. Para fortalecer uma governança ambiental justa, é necessário promover a descentralização do poder e garantir a presença ativa da sociedade civil, com atenção especial aos conflitos que revelam desigualdades sociais, territoriais e climáticas (Jacobi, 2023).

A integração do conhecimento científico com saberes locais, tradicionais e indígenas contribui para soluções mais eficazes, enraizadas no território e culturalmente apropriadas. Isso implica valorizar a experiência cotidiana das populações que convivem com riscos climáticos, promovendo processos de co-produção do conhecimento. Diversos estudos têm demonstrado que o envolvimento de comunidades em iniciativas de adaptação baseadas no conhecimento local pode fortalecer a resiliência e facilitar a aceitação das medidas propostas (Reid et al., 2009; Orlov et al., 2023). Esse reconhecimento contribui para políticas mais justas e adaptadas às realidades socioculturais locais.

Estudos demonstram que ações de adaptação com base comunitária — especialmente em contextos vulnerabilizados como favelas e assentamentos informais — são mais eficazes quando incluem ou são lideradas pelas próprias comunidades (Martins & Rocha, 2019; Viana, 2021; Du et al., 2022). No Brasil, experiências acompanhadas pelo CEMADEN (2023) revelam que a inclusão da comunidade na gestão do risco contribui significativamente para a preparação e a resposta a eventos extremos. A governança de projetos de adaptação e redução de riscos exige, portanto, uma abordagem participativa que permita o desenvolvimento da capacidade adaptativa das populações em situação de maior fragilidade (Jacobi, 2023).

A efetividade das políticas de adaptação climática depende do envolvimento contínuo e articulado de múltiplos atores — incluindo governo, sociedade civil, setor privado, universidades e organizações comunitárias. A literatura internacional aponta que o engajamento

amplo e o fortalecimento de iniciativas baseadas na comunidade são fatores determinantes para o sucesso das estratégias de adaptação (Anguelovski et al., 2014, Castellanos et al., 2022). A liderança política sustentada, a integração intersetorial e a institucionalização das ações requerem não apenas diretrizes normativas, mas estruturas concretas de participação e colaboração entre atores diversos, que compartilham responsabilidades na formulação e implementação das ações.



A transparência nos processos decisórios e a responsabilização pública (*accountability*) são elementos-chave para assegurar a legitimidade, o monitoramento e a correção de rumos das políticas de adaptação. Estudos indicam que a governança adaptativa se fortalece quando há canais claros de prestação de contas e instrumentos que garantam o controle social (OECD, 2024). Governos e instituições devem tornar acessíveis as informações sobre riscos, decisões, recursos e resultados, garantindo que a população possa acompanhar e avaliar as ações implementadas. A ausência de mecanismos de controle social pode fragilizar a confiança pública e comprometer a efetividade das políticas climáticas, especialmente em contextos de alta desigualdade.

Atualmente há o consenso que o envolvimento de todos os atores desde o início do processo de planejamento até a implantação e monitoramento de soluções é essencial para que sejam sustentáveis ao longo do tempo (Dushkova & Kuhlicke, 2023, Torres et al, 2023). Para isso, a cocriação é fundamental, de modo a ampliar a conscientização e conhecimento da sociedade e dos diversos agentes, buscando conciliar os benefícios, responsabilidades e diferentes interesses

(muitas vezes conflitantes), com foco nas necessidades das pessoas do lugar. A cocriação permite com que o processo seja transparente, inclusivo – com enfoque em benefícios às camadas da população menos favorecidas. Existem metodologias para o processo de cocriação que podem ser adaptadas aos contextos locais, de modo a agilizar o desenvolvimento participativo desde o diagnóstico e planejamento, à coprodução, co-implementação e co-monitoramento e avaliação (Dushkova & Kuhlicke, 2023).

3.3. Implementação das Políticas

Considerando as metas de limitação do aumento da temperatura estabelecidas no Acordo de Paris, ainda estamos distantes do alcance de um nível satisfatório quanto à implementação de políticas climáticas nacionais em alinhamento com os compromissos necessários ao atingimento da meta mais robusta de manutenção da temperatura global abaixo de 1,5°C (Rogelj et al., 2023). O status de risco dos indicadores de monitoramento de ação climática referidos são reforçados por tradições de pesquisa com metodologias que buscam relacionar escalas global, nacional e local, integrando a lente climática (Fanning et al., 2022). Portanto, mesmo diante do sentido de urgência que cobra ritmo e eficiência à ação climática, os desafios para territorialização das políticas nacionais ao nível local perpassam, ao mesmo tempo, um processo histórico de formação de uma agenda complexa, até chegar a efetiva utilização de instrumentos de resiliência urbana como contribuição ativa para o alcance de resultados positivos no balanço global de emissões (Fanning et al., 2022; Pauw et al., 2020).

Tal como os demais países signatários dos referidos compromissos para a ação climática, o Brasil tampouco figura até então como nação cujo conjunto de políticas reflita um tratamento adequado do tema (Tracker, 2024; Talanoa Políticas Climáticas, 2023; Rodrigues, 2023). Nosso ponto de atenção será a distância que separa, nas estimativas atuais, o cenário de projeção de emissões com base nas ações e políticas em curso dos compromissos firmados com a última atualização da NDC (sigla em inglês para Contribuição Nacionalmente Determinada) brasileira (Brasil, 2024c). E, assim, observar a partir do esforço de estruturação e implementação de políticas nacionais, onde estamos e o que falta para alinharmos a prática à implementação de políticas públicas.

A estrutura atual da Política para a Ação Climática no Brasil conta com o marco legal da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009 (Brasil, 2009) e regulamentada pelo Decreto nº 7.390/2010 (Brasil, 2010b), que detalha os mecanismos de sua implementação (Motta et al., 2011). Além de reforçarem o foco em mitigação e adaptação, esses instrumentos assumem a operacionalização da política via planos setoriais (energia, indústria e transportes, agricultura e pecuária e uso da terra e florestas), com atenção a processos participativos e coordenados no âmbito do governo federal por um comitê interministerial. A PNMC representa o marco de ratificação no país de seus compromissos firmados junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), porém os planos de governo (entre intenções e resultados) e os ajustes de ambições das NDCs a cada atualização tornam patente a não linearidade destes esforços e demarcam um desafio central, que diz respeito às condições de manutenção de continuidade e da consistência das ações e políticas frente às contingências financeiras e de capacidade de implementação de suas metas (Milhorange et al., 2022; Pauw et al., 2020).

No final de 2023, foi lançado o processo de construção participativa do Plano Clima, uma revisão da política climática brasileira até 2035 e atualizar metas, objetivos e estratégias previstas em planos anteriores, avançando em estágios de implementação da política nacional. Coordenado pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e envolvendo 23 ministérios, o plano estabelece por base dois pilares: mitigação e adaptação. Paralelo a este esforço, merece destaque a iniciativa a cargo do Ministério da Fazenda que em agosto de 2024, anunciou o lançamento do Plano de Transformação Ecológica (Brasil, 2024d). Composto de seis eixos estruturantes (finanças sustentáveis; bioeconomia; transição energética; economia circular; adaptação à mudança do clima e adensamento tecnológico), o plano foi desenhado para promover uma transição ecológica justa, com foco em sustentabilidade, geração de empregos verdes e maior produtividade.

Há uma novidade nesta política e de onde ela surge, que indica um ponto de inflexão significativo para toda a ação climática institucional, uma vez que a pauta climática passa a compor a estratégia nacional de desenvolvimento (Hochstetler, 2021) e representa efetivamente um novo fôlego para a agenda como um todo. A percepção e o enfrentamento do tema como uma oportunidade estratégica introduz

uma mudança importante, sobretudo para nações em desenvolvimento, como o Brasil, com ativos relevantes para alavancar o seu processo de transição ecológica e contribuir com as metas de outras nações, desenvolvidas, inclusive (Althouse et al., 2020; Wang et al., 2024).

O repertório de ações ligadas à agenda climática nacional é complementado no contexto brasileiro pela Agenda Ambiental Transversal do Plano Plurianual 2024-2027, de iniciativa do Ministério do Planejamento e Orçamento (MPO) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (Brasil, 2024). Dentre outras cinco agendas transversais, a ambiental é a que congrega o maior número de atributos: presente em 50 dos 88 programas finalísticos, com 113 objetivos específicos, 372 entregas e 150 medidas institucionais e normativas, sob a responsabilidade de 25 órgãos. A agenda perpassa os níveis estratégico, tático e gerencial do PPA e sistematiza os compromissos do Governo Federal para os próximos quatro anos em sete dimensões: 1) prevenção e controle do desmatamento e combate a incêndios; 2) conservação, proteção e recuperação da biodiversidade, de ecossistemas e biomas; 3) gestão e conservação dos recursos hídricos; 4) gestão e conservação dos recursos marinhos e zona costeira; 5) bioeconomia; 6) qualidade ambiental em áreas urbanas e rurais; e 7) enfrentamento da emergência climática; entre os quais destacamos os dois últimos (Brasil, 2024e).

O cruzamento de políticas e planos até aqui destacados preparam uma malha institucional favorável ao surgimento de planos climáticos estaduais, distrital e municipais. No entanto, esta é uma realidade em construção: das 27 capitais, incluindo o Distrito Federal, 16 cidades ainda não possuem plano concluído. Todavia, no nível de ação subnacional, ganha relevância entre outras políticas públicas integrativas o Programa Cidades Verdes e Resilientes (PCVR), instituído pelo Decreto Nº 12.041/2024 (Brasil, 2024a). A partir de uma abordagem integrada no território, com foco em populações de regiões metropolitanas e de municípios com alta vulnerabilidade social, o programa objetiva aumentar a resiliência e a qualidade ambiental das cidades brasileiras. Segundo dados da plataforma Adapta Brasil, 2801 dos 5570 municípios brasileiros estão atualmente classificados com o status entre alta e muito alta vulnerabilidade climática (Brasil, 2024f). Há também nesse sentido, o projeto Adapta Cidades, de iniciativa do MMA, alinhado ao eixo de adaptação do Plano

Clima e voltado ao apoio para a elaboração de 260 planos municipais de adaptação. São, portanto, consideráveis os desafios de implementação e integração multi-escalar das políticas de ação climática nos territórios e tais desafios ganham vulto à medida que se procura estreitar a lacuna entre as metas de suficiência previstas na NDC e as efetivas contribuições dos lugares (Veiga & Garcia, 2021). O acúmulo de experiência que o Brasil reúne com processos de governança participativos somado ao recente lugar de centralidade conferido à pauta climática em meio às estratégias nacionais de desenvolvimento representam catalisadores relevantes para ganhos e avanços efetivos para a territorialização nas cidades da agenda de ação climática (Maia et al., 2024).



Um exemplo claro do desafio de integração das escalas para efetiva implementação de políticas é o tema dos resíduos sólidos. Embora ainda com baixa implementação na escala municipal, o arcabouço nacional tem avançado. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022a), harmoniza e unifica previsões legais, além de ratificar determinações e conceitos já trazidos pela PNRS, visando ao adequado gerenciamento de resíduos sólidos em território nacional e traz novidades como a criação do Programa Nacional de Logística Reversa. Um importante instrumento da PNRS para sistematizar dados relacionados com a gestão dos resíduos no país é o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), o qual deverá receber, analisar, classificar, sistematizar, consolidar e divulgar dados e informações qualitativas e quantitativas sobre a gestão de resíduos sólidos (<https://sinir.gov.br>). Essas informações devem ser publicadas e disponibilizadas em outras bases de dados oficiais que

possam contribuir para a melhoria da gestão e do gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos sólidos (ICLEI, 2012).



O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2022b) também representa um importante instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, traçando diretrizes, estratégias, ações e metas para melhorar a gestão de resíduos sólidos no País. Além do encerramento de todos os lixões, é previsto o aumento da recuperação de resíduos para cerca de 50% em 20 anos. Assim, metade do lixo gerado deverá deixar de ser aterrado e passará a ser reaproveitado por meio da reciclagem, compostagem, biodigestão e recuperação energética. Atualmente, apenas 2,2% dos resíduos sólidos urbanos são reciclados (Sinir, 2024). Em outra iniciativa importante, o Governo Federal lançou a Estratégia Nacional de Economia Circular que irá promover o uso eficiente dos recursos naturais e redesenho das cadeias produtivas e dos produtos, incentivando a regeneração da natureza.

Embora cada frente de ação represente um escopo de atuação desafiador em sua particularidade, a efetiva entrega de resultados, diante da complexidade e da incerteza sem precedentes dos cenários ora enfrentados com a mudança do clima, dependerá cada vez mais da contínua integração de políticas interseccionais no âmbito climático. A experiência do desenho e da articulação transescalar que preparam a implementação do PCVR no contexto brasileiro estabelece, portanto, um necessário patamar de referência para todo o ecossistema de políticas públicas que, como condição de sucesso e efeito sistêmico, devem operar a cada plano, programa ou ação como sistema (Skagen & Boasson, 2024).

3.4. Políticas Públicas e Migrações Climáticas

Dentro do escopo de cidades verdes resilientes, o direcionamento do foco para o fenômeno da mobilidade humana, garantindo a correta gestão das chamadas “migrações climáticas”, pode se tornar parte da estratégia de adaptação eficaz das cidades. Este termo guarda-chuva inclui as migrações, deslocamentos e a realocação planejada (IOM, 2024). Segundo a Plataforma de Deslocamentos por Desastres da ONU, os deslocamentos podem ser compreendidos como o movimento forçado de pessoas, enquanto as migrações consistem em movimentos voluntários dos indivíduos e, por sua vez, a realocação planejada corresponde ao processo planejado de reassentamento de grupos de pessoas em novos locais (UNOPS, 2024).

Complementarmente, de acordo com a literatura, o termo “migrante climático” designa indivíduos, ou grupos, que se deslocam tanto no âmbito interno quanto externo, em caráter temporário ou permanente, em razão da iminência ou ocorrência de uma adversidade ambiental em seu local de origem (Ramos, 2011). A voluntariedade deste deslocamento depende do grau de vulnerabilidade dos grupos e se relaciona com a necessidade, o desejo e a capacidade de efetivamente migrar (Serraglio et al., 2019).

Ao compreender o histórico do fluxo dos deslocamentos climáticos em seu território, os Estados podem antever tendências e preparar políticas públicas para lidar com seus efeitos, contudo, nem todos os Estados possuem um sistema interno preciso e detalhado de monitoramento desses deslocamentos (IDMC, 2024). No Brasil, por exemplo, os dados sobre deslocamentos são na maior parte provenientes de agências estatais oficiais ligadas a desastres. Entretanto, para compreender todas as dimensões do deslocamento é necessário um sistema para colher e compartilhar dados desagregados que discrimine idade, sexo e estado de saúde, e que as informações sejam recolhidas antes, durante e após os movimentos (UNDRR, 2019).

No Brasil, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, definida na Lei nº 12.608/12, prevê a conceituação de “desabrigado”, “desalojado” e “desastre”, mas não a de deslocado ou migrante climático (Brasil, 2012b). A partir do ponto de vista da justiça ambiental, é necessário que os Estados adotem uma perspectiva de justiça climática ao formular e implementar leis e planos de enfrentamento à mudança



climática, devendo sempre se basear nos direitos humanos e considerar particularmente a situação das pessoas mais vulneráveis (Cidh, 2024).

Nesse sentido, é interessante considerar marcos jurídicos que disponham sobre programas de prevenção, mitigação e adaptação para evitar o deslocamento climático forçado, bem como adequação e fortalecimento das instituições para executar tais programas (Cidh, 2024). Além disso, é necessário estabelecer mecanismos e estratégias de monitoramento das situações de risco de deslocamento e garantir acesso à justiça e reparação efetiva aos deslocados (Cidh, 2024).

A migração histórica, e já bem conhecida, de população das áreas rurais para as áreas urbanas, traz diversos desafios de adaptações da população migrante e da população receptora (Granado, 2020). Nesse sentido, é relevante a previsão da garantia de acesso aos serviços básicos pelos migrantes climáticos, uma vez que a integração é condição para a proteção dos direitos humanos (Cavedon-Capdeville, et al., 2023).

Ainda no que concerne à integração local dos migrantes, os serviços de assistência social possuem especial destaque. Apesar de já existir documento técnico de 2016 disciplinando o papel da assistência social no atendimento aos migrantes (Brasil, 2016), é preciso ressaltar a importância da atuação integrada entre os serviços do Sistema Único de Assistência Social (SUAS) e o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) para garantir que a assistência social não atue de forma isolada no território e assegurar proteção social aos deslocados (Brasil, 2023d).

Por sua vez, no tocante ao terceiro termo referente às migrações climáticas, as realocações planejadas, a análise da experiência de Fiji é interessante. O Plano Nacional de Realocação Planejada de Fiji (2018) é um dos únicos no mundo que traz diretrizes para todos os atores envolvidos no processo. Em particular, as diretrizes sublinham a importância do envolvimento e da participação contínua das comunidades no processo de realocação, especialmente na tomada de decisões, na seleção do local, na elaboração e execução do plano e no acompanhamento após a realocação. O documento também prevê a aplicação de procedimentos coerentes para garantir que a realocação planejada seja sustentável em todas as fases da sua implementação (Fiji, 2018).



O exemplo de Fiji destaca a importância de formular diretrizes justas e sustentáveis aplicáveis aos casos de realocação planejada. Por fim, como sugestão de diretrizes norteadoras de um processo de realocação planejada, destaca-se: (i) a valorização dos conhecimentos e opiniões das comunidades afetadas; (ii) a construção de relações colaborativas de longo prazo entre o poder público, a comunidade e os organismos não estatais; e (iii) a adoção de modelos de financiamento que atendam aos desafios de longo prazo e sejam multidimensionais, buscando a cooperação com organizações sociais, nacionais e internacionais (Gini et al., 2024).

3.5. Ampliação e Facilitação do Acesso a Mecanismos de Financiamento Tradicionais e Inovadores

As mudanças climáticas impõem custos econômicos significativos ao Brasil, afetando especialmente as populações urbanas. Para que as cidades se adaptem a esses impactos, é essencial a implementação de projetos voltados à construção e adaptação de cidades verdes resilientes. Essa implementação requer um financiamento robusto para fomentar sistemas capazes de se preparar, lidar, responder e se recuperar rapidamente de eventos extremos, de forma a manter e preservar suas funções e estruturas essenciais (Berkeley et al., 2010; IPCC, 2022). Assim, a projeção dos recursos necessários para essas iniciativas é um desafio, já que é necessário trabalhar com eventos futuros não tão previsíveis (Lomba-Fernandez et al., 2019).

Tais iniciativas demandam mecanismos de financiamento escaláveis, sustentáveis e acessíveis, capazes de garantir a continuidade de benefícios ambientais e sociais. A diversificação de fontes de financiamento, incluindo recursos públicos, privados e mecanismos inovadores, como títulos verdes e fundos de desenvolvimento, é fundamental para a viabilidade desses projetos (BNDES, 2024a; Samuels & Maehara, 2024).

O Programa Cidades Verdes Resilientes (PCVR) no Brasil exemplifica essa abordagem, promovendo a adaptação climática e a infraestrutura verde em áreas vulneráveis. Entre suas linhas de ação, destaca-se a ampliação do acesso a financiamentos tradicionais e inovadores, especialmente para regiões metropolitanas e municípios com alta vulnerabilidade social e climática (Brasil, 2024a).



Organizações internacionais têm desempenhado papel crucial ao fornecer ferramentas financeiras e técnicas para a implementação de projetos urbanos resilientes. Essas parcerias ampliam o acesso a recursos e promovem a troca de conhecimentos entre cidades, fortalecendo a capacidade local para desenvolver projetos robustos e atrativos para investidores (*C40 Cities Finance Facility*, 2024).

3.5.1. Viabilidade, Durabilidade, Escalabilidade e Sustentabilidade Financeira

A construção de CVR demanda financiamentos robustos e sustentáveis, capazes de garantir a viabilidade, durabilidade e escalabilidade de projetos e programas. A viabilidade financeira dessas iniciativas está intrinsecamente ligada à capacidade de mobilizar recursos de longo prazo, diversificar fontes de financiamento e integrar mecanismos inovadores que promovam retornos econômicos, sociais e ambientais. No contexto brasileiro, onde os desafios climáticos se intensificam e a urbanização é acelerada, a criação de um programa de política pública para CVR exige uma abordagem multifacetada, que combine financiamento tradicional e inovador, engajamento multissetorial e alinhamento com marcos regulatórios e estratégias globais (IPCC, 2022).

A viabilidade de projetos para CVR depende da capacidade de atrair e garantir fluxos financeiros contínuos. Isso envolve a diversificação de fontes de financiamento, incluindo recursos públicos, privados, internacionais e multilaterais. Parcerias público-privadas (PPPs) e alianças regionais e internacionais são estratégias eficazes para dividir riscos e recursos, fortalecendo a resiliência financeira dos projetos. No



Brasil, o Fundo Clima do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é um exemplo de mecanismo público que oferece linhas de crédito específicas para infraestrutura urbana sustentável, apoiando iniciativas de baixo carbono e adaptação climática (BNDES, 2024b). De forma similar, o Programa BNDES Azul fornece financiamentos para descarbonização de frotas navais, restauração de ecossistemas costeiros marinhos e economia azul sustentável com oportunidades para adaptações em diferentes níveis (Agência BNDES de Notícias, 2024). Além disso, a integração de políticas públicas nacionais e subnacionais com estratégias globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o Acordo de Paris, amplia o potencial de apoio financeiro e técnico para projetos de CVR. A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Brasil, 2021c) é um marco regulatório relevante, pois estabelece um sistema de remuneração para provedores de serviços ambientais, como agricultores familiares, comunidades tradicionais e povos indígenas, incentivando a conservação da biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos (Brasil, 2021c).

Embora tradicionalmente aplicado em áreas rurais, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) vem ganhando destaque e aplicação em contextos urbanos como estratégia para financiar soluções baseadas na natureza e a promoção de cidades verdes resilientes. No Estado de São Paulo, por exemplo, tramita o Projeto de Lei nº 416/2024 que busca instituir a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos - PEPSAU, no Estado, integrada e articulada à Política Estadual de Mudanças Climáticas. Programas de Pagamento por Serviços Ambientais que remuneram projetos de recuperação de nascentes também são exemplos clássicos que impactam ou podem impactar o ambiente de cidades verdes e resilientes, inclusive sendo desejável que os Planos Diretores municipais dialoguem com Programas e Políticas de PSA, a exemplo dos municípios como Florianópolis (SC), Palmas (TO) e São José dos Campos (SP) que integram o PSA a seus esquemas de planejamento urbano (Bontempi, 2024).

A sustentabilidade financeira é um pilar essencial para a manutenção de projetos de CVR. Projetos sustentáveis devem gerar retornos tangíveis que cubram seus custos operacionais e permitam reinvestimentos. No caso de Soluções baseadas na Natureza (SbN), como a restauração de ecossistemas e a criação de infraestrutura verde, a autossuficiência econômica pode ser alcançada por meio de mecanismos como a comercialização de créditos de carbono, o

ecoturismo urbano e o uso sustentável de recursos naturais (UNCDF, 2024). A utilização de incentivos fiscais e subsídios também é uma estratégia eficaz para aumentar a atratividade de projetos de CVR. O Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) é um exemplo de mecanismo que pode impulsionar investimentos em redução de emissões, oferecendo benefícios fiscais para empresas que alcançarem metas de redução de intensidade de carbono (Brasil, 2024g).

A durabilidade dos projetos de CVR está diretamente relacionada ao engajamento social e à participação ativa das comunidades locais, especialmente grupos vulneráveis, como comunidades tradicionais e povos indígenas. A inclusão desses atores no planejamento e na execução dos projetos aumenta a aceitação e a longevidade das iniciativas, além de garantir que os benefícios sejam distribuídos de forma equitativa (Samuels e Maehara, 2024). Ferramentas de monitoramento e avaliação, como modelos de quantificação de contribuições baseadas na natureza (e.g., InVEST) e tecnologias de rastreabilidade (e.g., blockchain), reforçam a transparência e a confiança dos financiadores, ao mesmo tempo em que permitem a mensuração precisa dos impactos ambientais e sociais (Mishra et al., 2023). Programas como o *Local Climate Adaptive Living (LoCAL) Facility*, do Fundo das Nações Unidas para o Desenvolvimento de Capital (UNCDF), podem promover o engajamento comunitário e a capacitação de gestores locais, facilitando o acesso a financiamentos climáticos e a implementação de projetos adaptativos (UNCDF, 2024).

A escalabilidade é um fator crítico para a ampliação de projetos de CVR, especialmente em um país de dimensões continentais como o Brasil. Projetos bem-sucedidos devem ser desenhados com potencial de replicação em diferentes contextos urbanos, permitindo o ganho de escala e a maximização dos impactos positivos. A formação de consórcios intermunicipais é uma estratégia eficaz para compartilhar recursos e infraestrutura, ampliando o alcance e a viabilidade de iniciativas de resiliência urbana (*Global Infrastructure Hub*, 2022). A capacitação de gestores públicos e privados para a elaboração de propostas competitivas de financiamento internacional também é essencial para ampliar a escala dos projetos. Iniciativas como o *C40 Cities Finance Facility*, que apoia cidades na captação de recursos para infraestrutura sustentável, podem servir de modelo para o Brasil, especialmente em pequenas e médias cidades que enfrentam

dificuldades para acessar financiamentos climáticos (*C40 Cities Finance Facility*, 2023).

A criação de um programa nacional de CVR no Brasil representa uma oportunidade para integrar financiamento tradicional e inovador, alinhar políticas públicas com metas globais e promover a participação multissetorial. Entre as principais oportunidades destacam-se o fortalecimento de marcos regulatórios, como a Lei de Pagamento por Serviços Ambientais e o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, que podem proporcionar segurança jurídica e atratividade para investidores. A ampliação de incentivos fiscais e subsídios para projetos de SbN e infraestrutura verde pode atrair investimentos privados e garantir a sustentabilidade financeira das iniciativas. A inclusão de comunidades locais no planejamento e execução de projetos aumenta a durabilidade e a equidade dos programas. A formação de gestores públicos e a troca de experiências entre cidades, por meio de redes, pode impulsionar a replicação de soluções resilientes. Uma dessas redes é a *Making Cities Resilient 2030* (*MCR2030*, 2024), uma iniciativa global que visa tornar as cidades mais resilientes até 2030. Além disso, a emissão de títulos verdes (*green bonds*) e a criação de fundos climáticos municipais são alternativas para ampliar o acesso a recursos financeiros.

Em síntese, a viabilidade, durabilidade, escalabilidade e sustentabilidade financeira de projetos para CVR no Brasil dependem de uma abordagem integrada, que combine financiamento diversificado, engajamento social, capacitação técnica e alinhamento com políticas públicas e estratégias globais. A criação de um programa nacional de CVR, alinhado aos ODS e ao Acordo de Paris, pode transformar desafios climáticos em oportunidades de desenvolvimento sustentável e inclusivo.

3.5.2 Mecanismos de Financiamento

A transição para cidades mais verdes e resilientes é essencial para enfrentar os desafios da mudança climática. Para viabilizar essa transformação, é fundamental o acesso a mecanismos de financiamento que garantam a implementação de projetos, programas e ações sustentáveis. Esses mecanismos não apenas fornecem recursos financeiros, mas também promovem a inovação, a participação multissetorial e a integração de políticas públicas,

tornando-se pilares para a construção de cidades capazes de se adaptar e mitigar os impactos climáticos (IPCC, 2022; UNCDF, 2024).

No contexto nacional, destacam-se mecanismos como o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) e o Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA), que oferecem recursos para projetos de infraestrutura verde, gestão de resíduos e resiliência urbana. Esses fundos, além de tradicionais, incorporam abordagens inovadoras, como os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) e o Programa de Conversão de Multas, que incentivam a conservação ambiental e a recuperação de áreas degradadas (BNDES, 2024b; Brasil, 2020d; Brasil, 2021c). Além disso, mecanismos como emendas parlamentares e orçamento participativo permitem que comunidades locais influenciem diretamente o direcionamento de recursos para iniciativas prioritárias, como arborização urbana e adaptação climática (São Paulo, 2024; Brasil, 2024e). Os fundos privados e as parcerias público-privadas (PPPs) também têm ganhado relevância, atraindo investimentos para projetos de larga escala, como parques urbanos e sistemas de energia renovável (Mishra et al., 2023b; C40, 2024).

O Brasil também conta com um conjunto de instrumentos de política urbana que também oferecem potencial relevante para o financiamento climático (Maleronka, 2025). Entre os instrumentos tributários, encontram-se o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e a contribuição de melhoria, que permitem recuperar parte da valorização gerada por investimentos públicos. Já entre os instrumentos não tributários, estão as obrigações urbanísticas em projetos de parcelamento do solo, a outorga onerosa de alteração de uso, a outorga onerosa do direito de construir, a transferência do direito de construir, os bônus de densidade e a operação urbana consorciada, todos eles previstos no Estatuto da Cidade (Brasil, 2001; Rossbach, 2016) e com potencial para financiar infraestrutura verde, habitação de interesse social e intervenções voltadas à adaptação climática (Smolka, 2014; Maleronka, 2025). A literatura destaca que, quando aplicados de forma sistêmica e adaptados às condições técnicas e políticas locais, esses instrumentos podem fortalecer a capacidade fiscal dos municípios e viabilizar investimentos estruturantes voltados à resiliência urbana e à transição ecológica (Nobre, 2023; Aurélio Costa, 2023; Caldas, 2023; Machado, 2025).

Ainda nas esferas subnacionais, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) também permite, dentro do escopo de discricionariedade de destinação do percentual de repasse aos municípios, que os Estados estabeleçam critérios ambientais ou socioambientais que beneficiem aqueles municípios que demonstrem ações específicas ambientais, a exemplo de recuperação de nascentes, criação de Unidades de Conservação municipais ou mesmo encerramento dos “lixões” e destinação correta de resíduos sólidos através da criação de aterros sanitários (Moura, 2015).

No âmbito internacional, fundos como o *Green Climate Fund* (GCF) e o *Climate Investment Funds* (CIF) e o *Global Environment Facility* (GEF) destacam-se por financiar projetos de adaptação e mitigação climática em larga escala, com foco em Soluções baseadas na Natureza (SbN) e tecnologias de baixo carbono (GCF, 2024; CIF, 2024). Bancos multilaterais, como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), também são fundamentais, oferecendo recursos para infraestrutura verde e mobilidade sustentável (Brasil, 2024h). Além disso, iniciativas como a *C40 Cities Finance Facility* e a Aliança Global para Mudança Climática Plus (GCCA+) fornecem suporte técnico e financeiro para a implementação de políticas urbanas resilientes, conectando cidades a financiadores globais (C40, 2024; GCCA+, 2024). Esses mecanismos internacionais, em sua maioria emergentes, complementam os recursos nacionais, ampliando o alcance e a eficácia das iniciativas locais (GEF, 2024; *Adaptation Fund*, 2024).

Abaixo seguem os principais mecanismos nacionais e internacionais para fomentar e viabilizar recursos financeiros para a construção e adaptação de cidades verdes resilientes.

Mecanismos Nacionais

1. Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima): Gerido pelo BNDES, oferece linhas de crédito específicas para projetos de desenvolvimento urbano resiliente e sustentável, incluindo gestão de resíduos, eficiência energética, infraestrutura verde e azul, e resiliência urbana (BNDES, 2024b).
2. Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA): Oferece recursos não reembolsáveis por meio de editais para projetos de redução da vulnerabilidade climática em áreas urbanas e rurais, como áreas

- verdes urbanas, segurança hídrica e agroecologia urbana (MMA, 2023).
3. Fundo de Defesa dos Direitos Difusos (FDD): Financia iniciativas de proteção ambiental, como a recuperação de áreas degradadas, com foco em desenvolvimento sustentável e inclusão social (MJ, 2024).
 4. Fundos Subnacionais: Fundos estaduais e municipais, como o Fundo Especial de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (FEMA) de São Paulo, apoiam projetos locais de infraestrutura verde e gestão ambiental (São Paulo, 2024).
 5. Programa de Conversão de Multas): Este programa permite que multas ambientais sejam convertidas em investimentos para projetos de recuperação e conservação ambiental. É uma ferramenta estratégica para financiar iniciativas de infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza (SbN) em áreas urbanas (Brasil, 2020d).
 6. Emendas Parlamentares: Recursos provenientes de emendas parlamentares podem ser direcionados para projetos de infraestrutura verde, mobilidade sustentável e gestão de resíduos urbanos, especialmente em cidades de pequeno e médio porte (Brasil, 2024e).
 7. Compensação Ambiental: Mecanismos como a compensação ambiental e programas voluntários, previstos na Lei nº 12.651/2012, podem financiar projetos de restauração e conservação ambiental (Brasil, 2012a).
 8. Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA): Remunera provedores de serviços ambientais, como a manutenção de áreas verdes urbanas e a conservação de ecossistemas (Brasil, 2021c).
 9. Orçamento Participativo: Processos participativos, como o Participe+ em São Paulo, permitem que a população indique propostas prioritárias para investimento público, como planos de adaptação climática e implantação de jardins de chuva (São Paulo, 2024).
 10. Fundos Privados: Investimentos de empresas e fundações privadas podem ser mobilizados para projetos de CVR, especialmente aqueles alinhados a metas de sustentabilidade corporativa, como em caráter ambiental, social e de governança (ESG). Esses fundos são importantes para complementar recursos públicos e ampliar o alcance das iniciativas (Mishra et al., 2023b).

11. Programas Voluntários: Iniciativas voluntárias, como doações de empresas ou de organizações filantrópicas, podem ser canalizadas para implementação de projetos de CVR. Esses programas são flexíveis e podem apoiar ações locais, como arborização urbana e criação de áreas verdes (IPCC, 2022).
12. Financiamento misto (*blended finance*): Focado em atrair investimento privado para projetos de alto impacto social ou ambiental, utilizando recursos públicos ou filantrópicos como catalisador para projetos com riscos ou retorno financeiro menos atrativo no curto prazo (OECD, 2018; BNDES, 2021).
13. Parceria Público-Privada (PPP): Acordos de longo prazo entre o setor público e o setor privado para a execução de projetos de infraestrutura ou serviços públicos. Focado na divisão de responsabilidades e riscos entre os setores público e privado. Incentivos fiscais e garantias públicas reduzem os riscos financeiros para investidores, enquanto priorizam interesses públicos, como moradia acessível e resiliência climática (*World Bank*, 2017).
14. Créditos de Carbono: A geração de créditos de carbono por meio de SbN urbanas pode financiar iniciativas locais de mitigação e adaptação climática. Por exemplo, projetos de energia limpa, mobilidade sustentável e restauração ecológica ajudam a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e melhoram a qualidade do ar nas cidades. A criação de mercados regionais para créditos de carbono é uma estratégia promissora (IPCC, 2022). Nesse sentido, a Lei 15.042/2024 institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) (Brasil, 2024g).
15. Títulos Verdes e Sustentáveis: Esses instrumentos financeiros captam recursos no mercado para projetos com impacto ambiental positivo, como a revitalização de áreas degradadas. A emissão de títulos verdes tem crescido globalmente, oferecendo oportunidades para alinhar retornos financeiros a resultados sustentáveis. Tecnologias como *blockchain* podem ser utilizadas para monitorar resultados e aumentar a confiança dos investidores (Mishra et al., 2023a).
16. Instrumentos de política urbana como previstos no Estatuto da Cidade: Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), contribuição de melhoria, obrigações urbanísticas em projetos de parcelamento do solo, outorga onerosa de alteração de uso, outorga onerosa do direito de construir, transferência do direito de construir, bônus de densidade e operação urbana

- consorciada (Brasil, 2001; Maleronka, 2025; Rossbach, 2016; Smolka, 2014).
17. Instrumentos tributários, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS): Podem ter os seus repasses municipais atrelados a critérios socioambientais (Moura, 2015).

Mecanismos Internacionais

1. Bancos Multilaterais de Desenvolvimento (BMDs): Instituições como o Banco Mundial, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF) financiam projetos de infraestrutura verde, mobilidade sustentável e tecnologias de baixo carbono em larga escala (MPO, 2024).
2. *Climate Investment Funds (CIF)*: Financia projetos piloto em países em desenvolvimento, com foco em transições energéticas, resiliência climática e soluções baseadas na natureza (SbN). O programa *Climate Smart Cities* é particularmente relevante para CVR (CIF, 2024).
3. *Green Climate Fund (GCF)*: Oferece suporte técnico e financeiro para projetos com potencial de replicação em larga escala, como corredores ecológicos urbanos e sistemas de gestão de águas pluviais baseados em SbN (GCF, 2024).
4. *C40 Cities Finance Facility*: Facilita a implementação de projetos pioneiros em CVR, oferecendo apoio técnico e financeiro para alinhar propostas aos objetivos climáticos globais (C40, 2024).
5. *Global Environment Facility (GEF)*: Financia projetos de conservação da biodiversidade, criação de espaços verdes e planejamento sustentável do uso da terra, com foco em infraestrutura verde-azul e corredores ecológicos (GEF, 2024).
6. *Adaptation Fund*: Financia projetos piloto e de escala que utilizam SbN para gerenciar enchentes, ilhas de calor urbanas e problemas de gestão de água, especialmente em cidades vulneráveis (Adaptation Fund, 2024).
7. *The Rockefeller Foundation Resilient Cities Initiative*: Apoia capacitação técnica, estudo, articulação, governança em projetos de infraestrutura resiliente, como soluções para ilhas de calor e inundações (Rockefeller Foundation, 2024).
8. *Climate Action Fund – UNFCCC*: Apoia projetos alinhados às metas do Acordo de Paris, especialmente em mitigação urbana e SbN, com foco em biodiversidade e planejamento urbano (UNFCCC, 2024).

9. *Cities Climate Finance Leadership Alliance (CCFLA)*: Facilita o acesso a financiamento para ecologização urbana e desenvolvimento de baixo carbono, atraindo investimentos privados para infraestrutura verde (CCFLA, 2023).
10. *Nature4Climate*: Essa coalizão é comprometida em acelerar o investimento em SbN no combate às mudanças climáticas em benefício das pessoas e da biodiversidade, em particular através de advocacia, comunicação e redes (Nature4Climate, 2024).
11. Aliança Global para Mudança Climática Plus da União Europeia (GCCA+): Oferece assistência técnica e financeira para capacitação e reforma de governança relacionadas à adaptação climática em áreas urbanas, com foco em políticas urbanas resilientes (GCCA+, 2024).

3.5.3 Ampliação de Acesso à Financiamentos

A ampliação do acesso a financiamentos para projetos, programas e ações voltados à construção de CVR é um desafio central não só para a implementação de medidas de adaptação urbana como para a implementação de medidas de adaptação urbana. A transição para cidades mais sustentáveis e adaptadas à mudança climática demanda recursos financeiros robustos e acessíveis, capazes de viabilizar iniciativas como infraestrutura verde, soluções baseadas na natureza (SbN), tecnologias de baixo carbono e gestão sustentável de resíduos. No entanto, a complexidade dos mecanismos de financiamento, a falta de capacitação técnica e as barreiras burocráticas frequentemente limitam o acesso a esses recursos, especialmente para grupos como comunidades tradicionais, povos indígenas, pequenos e médios proprietários rurais e até mesmo municípios de pequeno e médio porte. Para superar esses desafios, é essencial adotar estratégias que facilitem o acesso a financiamentos, combinando mecanismos tradicionais e inovadores, além de promover modelos de governança inclusivos e descentralizados.

Segundo o relatório CHAMP 2024 (Samuels e Maehara, 2024), em particular para governos subnacionais, há um déficit de financiamento para ações climáticas que limitam investimentos e dificultam acesso a recursos majoritariamente devido a restrições fiscais, falta de projetos estruturados ou baixa capacidade de créditos. Nestes casos, o acesso ao financiamento é um dos maiores obstáculos. É comum que cidades já identifiquem o que precisam, mas paralisam diante da falta de acesso a fluxos de financiamento ou editais, apresentando sempre

dificuldades quanto à capacidade de acesso a financiamentos de resiliência (MCR2030, 2024).

Estratégias de facilitação de acesso a financiamento são igualmente importantes para garantir que recursos sejam disponibilizados de forma equitativa e eficiente. Parcerias são uma dessas estratégias, combinando a capacidade de gestão do setor privado com taxas de juros mais baixas do setor público, o que reduz os custos e riscos associados aos projetos (*World Bank*, 2017). Outra abordagem é a criação de fundos de financiamento climático nacionais, que centralizam recursos para projetos de adaptação e mitigação climática, garantindo maior transparência e eficiência na alocação de recursos (Samuels & Maehara, 2024). Essas estratégias não apenas ampliam o acesso a recursos, mas também promovem a participação ativa de diversos atores na governança e implementação de projetos.

Mecanismos equitativos de financiamento verde podem melhorar a resiliência em todas as camadas da sociedade (Ojo, 2024b). No caso específico de comunidades tradicionais e povos indígenas, a ampliação do acesso a financiamentos é crucial, dada sua importância na conservação ambiental e na implementação de SbN. Estratégias como programas de subsídios direcionados, capacitação técnica e simplificação de processos burocráticos são necessárias para garantir a participação ativa desses grupos. Assim, esses programas direcionados podem corrigir algumas desigualdades sociais, garantindo que alguns grupos mais vulneráveis também tenham acesso às melhorias e resultados. Além disso, incentivos fiscais e programas de capacitação podem fortalecer a capacidade dessas comunidades para elaborar e gerir projetos sustentáveis, garantindo que os benefícios ambientais e sociais sejam distribuídos de forma equitativa.

Pequenos e médios proprietários também desempenham um papel vital na implementação de SbN, como a restauração de áreas degradadas e a adoção de práticas agrícolas regenerativas em áreas urbanas. No Brasil, o Programa de Aceleração do Crescimento - Novo PAC e a Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos (BIP) são exemplos de iniciativas que buscam integrar investimentos públicos e privados para promover a transição ecológica. A BIP, em particular, foca em setores prioritários como bioeconomia e agricultura regenerativa, oferecendo oportunidades para pequenos produtores acessarem recursos e tecnologias sustentáveis (Brasil, 2023e; BNDES,

2024c). Essas iniciativas demonstram como políticas públicas bem estruturadas podem ampliar o acesso a financiamentos para grupos historicamente marginalizados, promovendo a resiliência climática e social.

Para garantir que o acesso a financiamentos seja ampliado de forma equitativa e eficiente, são recomendadas ações como o desenvolvimento de capacidades locais, o estabelecimento de redes colaborativas e o uso de tecnologia e inovação. Programas de capacitação para prefeituras, organizações locais e comunidades sobre elaboração de projetos e captação de recursos são essenciais, especialmente em cidades de pequeno e médio porte. A criação de consórcios regionais pode aumentar a força das propostas submetidas a financiadores nacionais e internacionais, enquanto plataformas digitais podem conectar projetos a investidores, garantindo transparência e rastreabilidade dos resultados (Samuels & Maehara, 2024). Além disso, o fortalecimento de políticas públicas, como a incorporação de SbN em planos diretores municipais, pode criar marcos legais que garantam acesso a recursos financeiros e maior segurança para investidores.

A ampliação do acesso a financiamentos para construção de cidades verdes resilientes é essencial para a implementação de políticas públicas eficazes. Estratégias direcionadas são fundamentais para garantir a participação de diversos atores na implementação de SbN e na governança climática. Com a simplificação dos mecanismos de financiamento e o fortalecimento de políticas públicas, as cidades brasileiras podem se tornar modelos globais de resiliência climática, transformando desafios ambientais em oportunidades de desenvolvimento sustentável.



4

CONCLUSÃO



4. CONCLUSÃO

A avaliação de conhecimento científico e técnico sobre construção de cidades verde-azuis resilientes no Brasil, que este relatório realizou, revelou um conjunto de temas críticos, obstáculos a serem superados, prioridades a serem enfrentadas, oportunidades de acelerar e potencializar a adaptação, assim como algumas soluções que vêm se mostrando promissoras para a redução de riscos sócio-climáticos em geral. Revelou também que a pesquisa, no Brasil, apresenta, ainda, algumas lacunas de conhecimento que obstruem e atrasam o processo de transformação das cidades em sistemas mais justos e resilientes.

Como amplamente evidenciado, desastres, cada vez mais frequentes, não são causados pelo evento climático, mas pela interação deste evento com a vulnerabilidade daquilo que está exposto. Sendo assim, a vulnerabilidade se torna uma variável essencial para determinar os impactos que os sistemas vão sofrer com a mudança do clima. A vulnerabilidade se torna uma variável essencial, também, para compreender quem vai sofrer mais com perdas e danos causadas pelo risco residual dos processos pouco eficazes de mitigação e adaptação — e os dados mostram inequivocamente que serão as populações mais pobres, os espaços marginalizados e precarizados dos territórios urbanos ou rurais.

Em cidades dos países do sul global, embora não exclusivamente, a desigualdade socioeconômica, e todos os seus reflexos sobre o território, é um dos fatores de maior influência sobre as condições de vulnerabilidade de pessoas, instituições e lugares. Sendo assim, os processos de adaptação que visam criar sistemas (urbanos ou outros) resilientes ao clima, são impelidos à atuar objetivamente sobre a redução de desigualdades socioeconômicas, mas também territoriais e climáticas, se tiverem como objetivo conferir ao sistema um estado de resiliência duradouro e consistente. Em processos de adaptação que atuam também sobre a redução das desigualdades, o sistema sofre uma alteração na origem do problema, que causa e permite transferir e reproduzir a vulnerabilidade indefinidamente. Processos como este são chamados de adaptação transformativa, a qual vem se mostrando como uma forma de adaptação prioritária, principalmente em países do sul global, capaz de evitar os processos de maladaptação, que vem se observando como sendo predominantes no Brasil e em quase todo o mundo. Além disso, a ciência vem demonstrando que para que os processos de adaptação sejam de fato transformativos e



evitem efeitos adversos, não planejados (maladaptação), principalmente sobre ampliação de injustiças sócio-territoriais e climáticas e de desigualdades que levam à reprodução e transferência de vulnerabilidade (entre grupos e lugares), há necessidade de meios para uma governança integrada, multiescala, multisetorial e principalmente inclusiva (com adoção de estratégias efetivamente participativas e colaborativas), assim como capacidade de planejamento em longo prazo e integração entre sistemas humanos e ecológicos — entre a cidade e as áreas naturais.

A integração sistêmica das áreas naturais — verdes e azuis — ao planejamento urbano e territorial desponta como uma estratégia promissora para fortalecer a resiliência climática, ampliar a equidade socioambiental e promover qualidade de vida nas cidades. No entanto, esse potencial encontra entraves concretos na desconexão entre o planejamento urbano e o ambiental, refletida em políticas fragmentadas, sobreposições normativas e desigual acesso aos benefícios gerados por esses espaços naturais integrados. A adoção da bacia hidrográfica como unidade estratégica de planejamento oferece uma oportunidade para articular ecossistemas, infraestrutura e ocupação do solo de forma a ampliar a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e a resiliência frente a eventos climáticos extremos. As Soluções Baseadas na Natureza (SbN), nesse cenário, se destacam por sua abordagem transversal e multibenefício, ao alinhar conservação, adaptação climática e justiça territorial. Ainda assim, sua implementação é frequentemente limitada por barreiras institucionais, econômicas e sociais, além de brechas legais que permitem relativizar as diretrizes ambientais nos processos de ordenamento do solo urbano. Some-se a isso a ausência de indicadores validados que consigam mensurar, de maneira integrada, a funcionalidade ecológica, a oferta de serviços ecossistêmicos, a equidade no acesso e os múltiplos benefícios sociais e ambientais associados às áreas naturais. Esses desafios indicam a necessidade de integrar políticas ambientais e urbanas por meio de instrumentos legais e de planejamento que reconheçam as áreas naturais como infraestruturas essenciais à resiliência. Isso implica fortalecer o uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, ampliar a aplicação das SbN com justiça territorial e desenvolver indicadores capazes de orientar decisões baseadas em evidências.

A maioria das cidades ainda vêm se desenvolvendo sem manter espaços livres ou naturais, e sem promover, nas áreas já urbanizadas,

áreas verdes e azuis, conservadas ou protegidas — com impacto negativo sobre a qualidade de vida nas áreas urbanas. A grande maioria das publicações técnico-científicas vêm demonstrando que essas áreas são fundamentais para o bem-estar humano e, cada vez mais, para o enfrentamento da emergência climática. Portanto, cidades resilientes vão demandar atenção especial para preservação ou criação de áreas naturais (considerando áreas verdes e azuis) expressivas. Embora seja possível (re)converter espaços urbanos (com medidas que vão desde a arborização viária ou implantação de canteiros em avenidas, até conversão de áreas livres subutilizadas em parques urbanos, parques lineares e unidades de conservação), é necessário priorizar as ações de caráter preventivo e de conservação da qualidade ambiental ao longo do processo de urbanização, assim como organizar sua gestão em sistemas municipais funcionais de áreas naturais, verdes e azuis, resguardando espaços com características menos urbanizadas (com menos pavimentação e construções, com mais áreas permeáveis, mais silêncio, menos poluição visual e sonora etc.), ao mesmo tempo que integrados com a dinâmica urbana. Além disso, o processo de urbanização no Brasil gerou cidades com uma distribuição desigual de áreas verdes, resultando em homogeneização biótica e restrições de disponibilidade dessas áreas, principalmente para as populações de menor renda, o que representa um grande desafio para a promoção do bem-estar nos centros urbanos. Destaca-se como oportunidade a adoção de soluções baseadas na natureza e o fortalecimento de políticas de planejamento ambiental integradas à outros setores, uma vez que a requalificação e o manejo adequado dos espaços verdes urbanos têm o potencial de reduzir casos de arboviroses e custos sociais e econômicos com o tratamento de doenças crônicas não transmissíveis, além de promover a saúde mental da população. Contudo, ainda persiste uma lacuna de conhecimento acerca da relação entre áreas verdes e a saúde humana em cidades, com indicadores claros que permitam mensurar o impacto dessas áreas na saúde da população, no contexto da mudança climática.

O padrão de urbanização que caracteriza as cidades brasileiras, particularmente as grandes e megacidades, é um padrão insustentável e não resiliente. É um modelo espraiado, desconectado da lógica própria dos sistemas ecológicos (verdes e azuis) presentes do território, com grandes extensões impermeabilizadas, avançando sobre fundos de vales, áreas de várzea, encostas íngremes, áreas costeiras de baixa elevação e um conjunto de situações que ampliam



as condições de risco para o sistema. São cidades fragmentadas, tanto socialmente e economicamente como, em reflexo disto, espacialmente, reforçando desigualdades socioterritoriais e marginalização de grande parte da população. O déficit habitacional, tanto qualitativo quanto quantitativo, é evidente nas cidades brasileiras e a informalidade, tanto na habitação, quanto no trabalho, cria um desafio muito expressivo para a resiliência. Da mesma forma, deficiências nos sistemas de saneamento, abastecimento de água e drenagem urbana ampliam as diferenças entre áreas ricas e pobres dentro das cidades, mas também entre elas. O modelo rodoviarista é predominante, com enormes deficiências de transporte público — reforçando fragmentação territorial e marginalização de populações menos ricas — e intensivo, portanto, no automóvel particular e no consumo de combustíveis fósseis. Todas essas características comuns a parte das cidades médias, grandes e mega-cidades brasileiras, que refletem a enorme condição de desigualdade socioeconômica do país no território, criam uma condição de vulnerabilidade que amplia riscos sócio-climáticos de forma geral, mas impõem uma distribuição muito desigual desses mesmos riscos pelos territórios urbanos e suas populações. Impõem um padrão de consumo de energia e emissão de Gases de Efeito Estufa muito alto, provocando ilhas de calor e enchentes recorrentes. Com a enorme concentração de pessoas em cidades e a concentração de cidades em áreas costeiras, esses sistemas são, hoje, de alto risco, e desastres vêm sendo observados com maior frequência, com perdas e danos cada vez mais expressivos.

Investimentos em adaptação urbana ainda são reduzidos, principalmente se comparados aos investimentos em mitigação, e muitas das ações priorizam, corretamente, os setores de habitação, saneamento e transporte, mas o fazem, entretanto, dentro de um modelo de construção não resiliente, desperdiçando a oportunidade de fazer tais obras de modo a contribuir para a resiliência do sistema (aplicando parâmetros adaptativos) e, dessa forma, atrasando a adaptação. As cidades brasileiras vêm priorizando soluções cinza, que reproduzem um padrão não resiliente de urbanização e contrariam o entendimento de que soluções híbridas — que combinam técnicas de engenharia convencional, chamadas “cinza”, com técnicas verdes — são mais promissoras. Planos de adaptação e mitigação, articulados e adequadamente coordenados com planejamento urbano territorial (planos diretores e outros instrumentos), em longo prazo, ainda são muito reduzidos entre os municípios brasileiros — e isso obstrui o processo de adaptação. Um planejamento urbano adaptativo e



transformativo exige que se conheça, de fato, as ameaças climáticas, dentro de cenários de mudança climática, assim como as vulnerabilidades dos sistemas, que são sempre local-específicas. Assim, uma das lacunas de conhecimento relevantes para o planejamento de cidades resilientes está na capacidade de gerar, acessar e manipular dados climáticos, cenários e diagnósticos de vulnerabilidade sócio-climática em escala local.

Ações (políticas, planos e projetos) de contingência de desastres são predominantes em relação ao planejamento integrado de longo prazo, que permitiria ação preventiva e transformativa, privilegiando, contrariamente, ações reativas, assim como as de reconstrução. Com isso, perdas e danos maiores recaem sobre as populações já mais vulnerabilizadas e a perspectiva de alteração desta condição é muito reduzida, assim como se torna mais distante a perspectiva de migração de um modelo de desenvolvimento insustentável para um modelo de desenvolvimento resiliente ao clima. A adaptação transformativa das cidades e a adoção de um modelo de desenvolvimento resiliente ao clima para os sistemas humanos exige investimentos também em capital humano, de modo a ampliar a capacidade adaptativa dos indivíduos, grupos e instituições, mas também de integração entre sistemas naturais, rurais e urbanos, assim como a integração entre diferentes escalas territoriais e administrativas e, não menos importante, a integração entre os diversos setores, ou subsistemas (áreas naturais, uso e ocupação do solo, mobilidade, saneamento, habitação etc.), dentro do sistema urbano.

No que tange os sistemas de mobilidade urbana, a mobilidade ativa, especialmente a caminhabilidade, é elemento central para a adaptação e mitigação das mudanças climáticas nas cidades, considerando que a maior parte dos deslocamentos urbanos é feita a pé. Promover ambientes urbanos que priorizem a caminhada não só reduz a dependência de veículos motorizados, mas também potencializa ganhos sociais, ambientais e de saúde pública. Paralelamente, é essencial ampliar o transporte público eficiente e inclusivo, que ofereça alternativas viáveis e justas ao transporte individual motorizado. O conceito das cidades de 15 minutos, adotado em Paris e em experiências latino-americanas como Bogotá e Buenos Aires, exemplifica como a reorganização do espaço urbano para facilitar deslocamentos a pé pode ser uma estratégia transversal, integrando transporte, uso do solo e qualidade ambiental. Para que essa transição seja justa e efetiva, é imprescindível incorporar perspectivas de gênero



e atender às necessidades das populações vulneráveis. Assim, a mobilidade ativa e o transporte público se posicionam como eixos fundamentais para construir cidades resilientes, sustentáveis e inclusivas diante dos desafios climáticos atuais.

No setor de saneamento básico, a análise das informações levantadas evidencia uma precariedade dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana no Brasil, e a intensificação desses desafios frente à mudança climática. Um dos maiores obstáculos é a deficiência de infraestrutura em áreas vulnerabilizadas, como favelas e assentamentos informais, onde o fornecimento de serviços é limitado e desigual. Por outro lado, uma oportunidade promissora surge na adoção de soluções híbridas — que integram infraestrutura verde-azul-cinza — capazes de mitigar inundações e ampliar a resiliência dos sistemas urbanos, fornecendo benefícios ecossistêmicos para as cidades. Para permitir o avanço desta oportunidade, uma importante lacuna de conhecimento deve ser preenchida, no que se refere à integração dos marcos legais que regulam os recursos hídricos, o saneamento e a adaptação climática, o que limita ações coordenadas. O processo de adaptação das cidades brasileiras se beneficiaria de um investimento em pesquisas, de forma sistemática e mais abrangente, sobre a eficácia do uso das soluções baseadas na natureza em diferentes contextos urbanos, internalizando os diversos co-benefícios potenciais que tais medidas podem trazer para a população e para os sistemas naturais.

O setor habitacional, principalmente considerando o enorme desafio da informalidade nas cidades brasileiras, e o grande déficit (quantitativo e qualitativo) que ainda está presente no país, é, possivelmente, um dos setores mais críticos para a transformação das cidades em sistemas resilientes à mudança climática. A informalidade e as condições precárias de moradia definem obstáculos contundentes para a adaptação, cuja superação exige atuar diretamente sobre a redução das desigualdades sociais e espaciais. Recorrentemente, projetos, planos e políticas habitacionais que enfrentam impactos relacionados com a mudança climática, atuam sobre redução de riscos à segurança física das moradias e populações, principalmente relacionadas a alagamentos e deslizamentos de encostas, de forma incremental e, não, transformativa. Incluem também planos e medidas de contingência e recuperação. Entre as soluções, estão a conversão de imóveis vazios em moradias sociais, a regularização fundiária, a melhoria habitacional e a urbanização de



favelas, sempre acompanhadas da oferta de infraestrutura de saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e coleta de resíduos sólidos). Recorrentemente, quando essas ações são focadas em redução de riscos geotécnicos e de alagamento, a realocação de populações é adotada como solução preferencial, o que é, na maioria das vezes, uma medida incremental que leva a efeitos adversos, incluindo ampliação de desigualdades e transferência de vulnerabilidades e riscos (maladaptação). Não é comum que as ações de adaptação, ou redução de riscos, no setor habitacional, sejam pautadas por dados e cenários de mudança climática locais, mas sim pelo padrão climático conhecido, restringindo a longevidade da intervenção e a sua capacidade de produzir resiliência. Por fim, o relatório evidencia que a eficácia dessas ações de adaptação, em geral, depende de uma boa articulação entre setores e da participação ativa da população, por meio de processos participativos inclusivos, para evitar que se repitam padrões de segregação e maladaptação. Processos liderados pelas próprias comunidades ou com forte participação social ajudam a fortalecer sua capacidade adaptativa — por meio da ampliação da conscientização da população sobre a emergência climática, a percepção dos riscos e conhecimento das soluções disponíveis, a capacidade de organização coletiva e o fortalecimento das redes de solidariedade, a confiança e a capacidade de cooperação com o governo —, além de potencializar maior equidade e justiça socioterritorial e climática.

As cidades brasileiras são também desafiadas pelos processos migratórios que vêm ocorrendo e se intensificando em função da mudança do clima e dos impactos a ela relacionados. A implementação de estratégias de análise dos fluxos dos deslocamentos climáticos pode permitir aos governos antever as tendências e, a partir disso, se antecipar ao problema desenvolvendo políticas públicas adequadas para garantir cidades verdes resilientes, incluindo os deslocados como parte da resposta adaptativa das cidades. Nesse intuito, vale a pena pontuar a lacuna de conhecimento consistente na inexistência de um sistema de monitoramento preciso dos deslocamentos que seja alimentado antes, durante e após os movimentos, e na falta de dados desagregados que discriminem informações como idade, sexo e estado de saúde. Também surge, como um desafio, a construção de marcos jurídicos nacionais que considerem a perspectiva da justiça climática ao tratarem do deslocamento climático forçado, dando especial atenção aos grupos mais vulneráveis. Por fim, com foco

nesses últimos, destaca-se a oportunidade de estudar mais a fundo alguns exemplos de sucesso como o Plano de realocação planejada de Fiji, de modo a aplicar procedimentos coerentes para garantir que as realocações planejadas no Brasil sejam sustentáveis em todas as fases da sua implementação.

Este relatório também explorou, com especial atenção, o potencial das SbN para a promoção de sistemas urbanos resilientes ao clima, evidenciando que sua aplicação tem se mostrado uma opção promissora para enfrentar os desafios da crise climática, podendo promover, simultaneamente, adaptação urbana e conservação da biodiversidade, além de bem-estar e qualidade de vida para as pessoas. A criação, recuperação e conservação de áreas verdes e azuis, integradas a políticas públicas e infraestrutura urbana, permite a mitigação de extremos climáticos, melhora a qualidade de vida e fortalece a resiliência socioambiental. As florestas urbanas, por exemplo, emergem como SbN promissoras para o enfrentamento de enchentes e ilhas de calor, ao mesmo tempo que promovem saúde pública e equidade socioambiental. No entanto, a falta de planejamento integrado, recursos técnicos e investimentos em manejo adequado limita seu potencial, especialmente em áreas periféricas, onde a carência de infraestrutura verde agrava vulnerabilidades. É relevante que as SbN sejam implementadas em escala adequada ao enfrentamento dos desafios a que se destinam. Uma oportunidade promissora está na implementação de sistemas verde-azul interconectados, que podem ampliar serviços ecossistêmicos e reduzir custos públicos com saúde e adaptação climática. No entanto, ainda persiste a lacuna na implementação sistêmica e equitativa dessas soluções, sobretudo em cidades brasileiras, onde há desigualdade no acesso ao verde urbano e escassez de diretrizes integradas para gestão multissetorial. A oportunidade está na consolidação de programas nacionais como o PCVR e na formulação de métricas aplicáveis como a regra 3:30:300, aliando justiça ambiental, participação social e inovação ecológica. Alguns dos maiores desafios para a adoção de SbN são a efetiva capacitação de todos os agentes envolvidos – públicos e privados –, a carência de marcos legais e as fontes de financiamento. Existe uma lacuna de conhecimento no monitoramento da eficiência e eficácia de projetos implantados de SbN. Devem ser considerados os indicadores-chave para adaptação de cidades aos episódios de eventos climáticos mais fortes, bem como dos diversos serviços ecossistêmicos que cada projeto oferece. Pesquisas futuras precisam,

ainda, investigar os limites e potenciais das SbN em contextos tropicais densamente urbanizados, especialmente sua eficácia na redução de vulnerabilidades climáticas em territórios periféricos. Persiste, também, uma lacuna de conhecimento sobre espécies arbóreas resilientes e estratégias de restauração urbana eficazes, exigindo pesquisas que unam ecologia, planejamento urbano e políticas públicas inclusivas.

Dentro de uma perspectiva de planejamento de sistemas resilientes ao clima, integrando sistemas urbanos e ecológicos, e aplicando SbN, o relatório deu atenção particular ao papel das águas na cidade. No item 2.3. Água e Planejamento Urbano Sustentável, é explorada uma abordagem de planejamento urbano denominada regenerativa, que tem como objetivo integrar as cidades aos biomas em que se inserem. Um exemplo desta abordagem metodológica é a *Research by Design*, como através do 3PSPa, que permite o co-desenvolvimento progressivo e o melhoramento contínuo de um planejamento adaptativo, transdisciplinar, participativo e multiescalar e o empenho na criação de Políticas Públicas socioambientais, a partir de uma estratégia de construção de cidades biomiméticas, reprojetaadas a partir da matriz de seus biomas.

A última seção do relatório explorou o conhecimento técnico e científico acerca dos temas: da governança climática; da participação e inclusão nas ações pela resiliência urbana; da implementação das políticas de adaptação urbana; do desafio dos processos de migração climática; e do financiamento da adaptação.

Como já abordado nesta conclusão, é quase unânime o entendimento de que estratégias e mecanismos de governança robustos, com integração horizontal e vertical de múltiplos atores, intersetorial, multiescalar, e capaz de dar suporte a processos em longo prazo e de articular instrumentos normativos, institucionais e financeiros é determinante do sucesso da adaptação.

As mudanças do clima impõem custos econômicos significativos para o Brasil, exigindo sobretudo das populações urbanas e suas cidades que estejam preparadas e adaptadas a esses impactos. Dessa forma, a criação de cidades verdes-azuis resilientes demanda a ampliação e diversificação dos mecanismos de financiamento climáticos, combinando instrumentos tradicionais, inovadores e mistos, a exemplo do crédito de carbono, fundos multilaterais nacionais e



estrangeiros, Pagamento por Serviços Ambientais, títulos verdes. Para a implementação das estruturas das Cidades Verdes-Azuis Resilientes são necessários financiamentos robustos, e que possam garantir a viabilidade, durabilidade e escalabilidade desses projetos, sendo fundamental integrar políticas públicas nacionais e subnacionais com estratégias globais, a exemplo dos ODS da ONU e o Acordo de Paris.

O desafio atual mais expressivo está no acesso equitativo e efetivo a esses recursos, sobretudo em um país social e ambientalmente tão desigual quanto o Brasil. Os municípios de pequeno e médio porte, as comunidades tradicionais, os povos indígenas e pequenos proprietários rurais ou urbanos sofrem limitação de acesso pelas barreiras técnicas, fiscais e burocráticas, impedindo que projetos de impacto socioambiental positivos sejam implementados.

Alternativas ou políticas públicas que estabeleçam programas nacionais e subnacionais articulados e descentralizados de financiamento climático, investindo em capacitação técnica, simplificação de trâmites de acesso, incentivo à consórcios intermunicipais ou regionais e desenvolvimento de plataformas digitais que possam conectar bons projetos a bons investidores, são algumas das oportunidades mais promissoras.

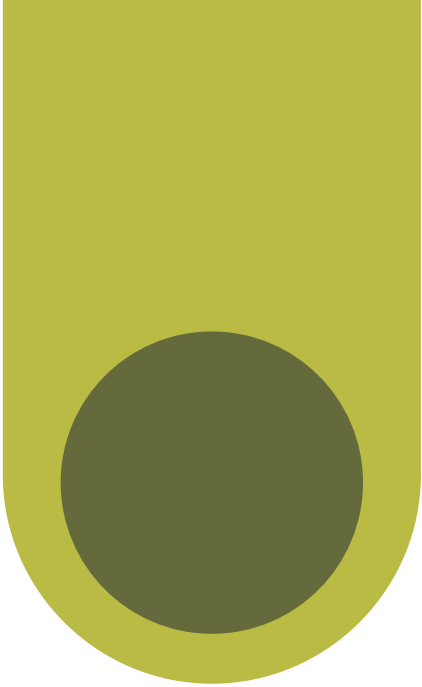
De outro lado, enxergam-se lacunas em instrumentos normativos e institucionais que possam interrelacionar instrumentos já existentes, a exemplo do Plano Diretor e o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais, além da ausência de mecanismos de mensuração e avaliação multiescalar dos impactos ambientais, sociais e econômicos dos projetos financiados, permitindo monitorar, comparar e ajustar o desempenho de iniciativas de Cidades Verdes-Azuis Resilientes financiadas, aplicando métricas combinadas (clima, equidade, economia, saúde) e tecnologias emergentes (como modelos geoespaciais ou *blockchain*) de forma a proporcionar uma maior transparência, rastreabilidade e atratividade dos projetos para financiadores públicos ou privados.

No que se refere às políticas públicas existentes no âmbito federal que abordam os desafios climáticos, O Programa Cidades Verdes Resilientes e o Plano Clima oferecem uma oportunidade de integração das políticas nacionais com esforços subnacionais em diferentes contextos urbanos e rurais. O monitoramento e avaliação de resultados das duas iniciativas mencionadas é uma oportunidade para



pesquisas futuras, considerando-se as diferentes metodologias de avaliação de políticas públicas existentes e o potencial de contribuição ao poder público para o refinamento dessas abordagens que, em sua essência, possuem como objetivo integrar ações do governo federal para cidades, promovendo o aumento da resiliência urbana no Brasil.

Este relatório evidenciou o enorme desafio que a mudança climática representa para a ciência e a gestão pública na preparação das cidades para um futuro resiliente, mas, também, apontou um conjunto de oportunidades e soluções que já vêm sendo aplicadas no mundo e no Brasil para adaptação dos sistemas urbanos e ecológicos, indissociáveis. Ainda há um grande esforço a ser feito para ampliar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico que permitam a tomada de decisão embasada em conhecimento, assim como um grande esforço ainda é necessário para garantia de processos de adaptação transformativos e verdadeiramente inclusivos, a fim de ampliar equidade e justiça socioterritorial e climática e a resiliência das cidades brasileiras.



REFERÊNCIAS



REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, L. C.; AMORIM, H.; GROHMANN, R. Uberização e plataformação do trabalho no Brasil: conceitos, processos e formas. *Sociologias*, v. 23, n. 57, p. 26-56, 2021.
- ADAMS, I.; GHOSH, S.; RUNESON, G. Access to Early Warning for Climate Change-Related Hazards in Informal Settlements of Accra, Ghana. *Climate*, v. 10, n. 5, p. 62, 2022.
- ADAPTATION FUND. Pilot Projects for Urban Resilience, 2024.
- ADELEKAN, I., CARTWRIGHT, A., CHOW, W., COLENBRANDER, S., DAWSON, R., GARSCHAGEN, M., HAASNOOT, M., HASHIZUME, M., KLAUS, I., KRISHNASWAMY, J., LEMOS, M.F., LEY, D., MCPHEARSON, T., PELLING, M., KODIRA, P. P., REVI, A., SARA, L. M., SIMPSON, N. P., SINGH, C., SOLECKI, W., THOMAS, A., TRISOS, C. What the latest science on impacts, adaptation and vulnerability means for cities and urban areas. Indian Institute for Human Settlements, 2022.
- AERTS, R.; HONNAY, O.; VAN NIEUWENHUYSE, A. Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. *British Medical Bulletin*, v. 127, n. 1, p. 5-22, 2018.
- (ANA) - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil - Relatório Pleno. Brasília: 2020.
- (ANA) - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos brasileiros. Brasília: 2024.
- (ANA) - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Plano de Segurança Hídrica Nacional. Brasília: 2019.
- (ANTP) - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP. Relatório Geral ANTP, 2018.
- AHERN, J. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, v. 100, n. 4, p. 341-343, 2011.
- AHMED, S.; MEENAR, M.; ALAM, A. Designing a blue-green infrastructure (BGI) network: towards water-sensitive urban growth planning in Dhaka, Bangladesh. *Land*, v. 8, n. 9, 2019.
- AHMED, T.; ARORA, S.; BHAVSAR, D.; CARDEN, K.; BHARMAL, A.; DWIVEDI, A.; JAHAN, H.; KAUPP, R.; MANSURI, A.; MEDLICOTT, K. MUMBA, N.; NARAYAN, A.; PIREH, H.; RONOH, P.; WILLETTS, J.; YADAV, U. Climate resilient urban sanitation: from ideas to action. London: International Water Association, 2025.
- AKAY, H. Flood hazards susceptibility mapping using statistical, fuzzy logic, and MCDM methods. *Soft Computing*, v. 25, n. 14, p. 9325-9346, 2021.
- ALENCAR, J.; PELLEGRINO, P. R. M.; MARTINS, J. R. S. Reservatórios multifuncionais através de soluções baseadas na natureza: uma nova geração de reservatórios como estratégia de enfrentamento às mudanças climáticas. Estudo de caso da Bacia do Pirajussara-SP. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 21, e14, 2024.
- ALLEN, C. R.; HOLLING, C. S. Novelty, adaptive capacity, and resilience. *Ecology and Society*, v. 15, n. 3, 24, 2010.
- ALMEIDA, J. R.; NUNES, A. C. S. Planejamento Urbano: Uma Abordagem Sistêmica Da Interferência Das Áreas Verdes Na Definição Da Qualidade De Vida. *Paisagem e Ambiente: Ensaios*, v. 41, p. 187-210, 2018.
- ALMEIDA, M. C.; TELHADO, M. J.; MORAIS, M.; BARREIRO, J.; LOPES, R. Urban resilience to flooding: triangulation of methods for hazard identification in urban areas. *Sustainability*, v. 12, n. 6, 2020.
- AL-SHIHABI, F. ; MOORE, A. ; CHOWDHURY, T. A. Diabetes and climate change. *Diabetic Medicine*, v. 40, n. 3, e14971, 2023.
- ALTHOUSE, J.; GUARINI, G.; PORCILE, J. G. Ecological macroeconomics in the open economy: Sustainability, unequal exchange and policy coordination in a center-periphery model. *Ecological Economics*, v. 172, p. 106628, 2020.
- ALVES, L. M.; CHADWICK, R.; MOISE, A.; BROWN, J.; MARENGO, J. A. Assessment of rainfall variability and future change in Brazil across multiple timescales. *International Journal of Climatology*, v. 41, e1875, 2021.
- AMALIAH, R.; SYABANDI, M. A. Analysis of flood susceptibility using frequency ratio method in Paremang Watershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 1277, n. 1, p. 012017, 2023.
- AMORIM-MAIA, A. T.; ANGUELOVSKI, I.; CHU, E.; CONNOLLY, J.. Intersectional climate justice: a conceptual pathway for bridging adaptation planning, transformative action, and social equity. *Urban Climate*, v. 41, p. 101053, 2022.
- AMPARO-SALCEDO, M.; PÉREZ-GIMENO, A.; NAVARRO-PEDREÑO, J. Water security under climate change: challenges and solutions across 43 countries. *Water*, v. 17, n. 5, p. 633, 2025.
- ANDERSSON, E.; GRIMM, N. B.; LEWIS, J. A. Urban climate resilience through hybrid infrastructure. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 55, 101158, 2022.

- ANDJELKOVIC, I. Guidelines on non-structural measures in urban flood management. International Hydrological Programme (IHP), United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2001.
- ANGUELOVSKI, I.; CHU, E.; CARMIN, J. Variations in approaches to urban climate adaptation: experiences and experimentation from the global South. *Global Environmental Change*, v. 27, p. 156-167, 2014.
- ANGUELOVSKI, I., BRAND, A. L., CONNOLLY, J. J. T., CORBERA, E., KOTSILA, P., STEIL, J., ARGÜELLES RAMOS, L. Expanding the Boundaries of Justice in Urban Greening Scholarship: Toward an Emancipatory, Antisubordination, Intersectional, and Relational Approach. *Annals of the American Association of Geographers*, v. 110, n. 6, p. 1743-1769, 2020.
- ANTISARI, L. V.; ORSINI, F.; MARCHETTI, L.; VIANELLO, G.; GIANQUINTO, G. Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 35, p. 1139-1147, 2015.
- ANTUNES, P. B. Limites interpretativos da Lei nº 14.285, 2022.
- ANTWI, E. K.; BOAKYE-DANQUAH, J.; BARIMA OWUSU, A.; LOH, S. K.; MENSAH, R.; BOAFO, Y. A.; APRONTI, P. T. Community vulnerability assessment index for flood prone savannah agro-ecological zone: A case study of a West District, Ghana. *Weather and Climate Extremes*, v. 10, p. 56-69, 2015.
- ARANTES, B. L.; CASTRO, N. R.; GILIO, L.; POLIZEL, J. L.; SILVA FILHO, D. F. Urban forest and per capita income in the mega-city of São Paulo, Brazil: a spatial pattern analysis. *Cities*, v. 111, p. 103099, 2021.
- ARAUJO, R. P. Z.; CAMPANTE, A. L. G.; PINHEIRO, C. B. Planejamento Urbano E A Dimensão Integradora Da Questão Ambiental: Revisitando Instrumentos De Política Urbana Para O Enfrentamento Da Emergência Climática In: COSTA, M. A. (Org.) Diálogos para uma política nacional de desenvolvimento urbano: temas transversais à PNUD. Brasília: Ipea, 2024b.
- ARAÚJO, R. R.; PEREZ, L. P.; MORAIS, M.T., ANJOS, K. L. Emergência climática e precariedade habitacional urbana: diretrizes para adaptação climática no bairro São José, João Pessoa - PB. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 63, p. 412-435, 2024a.
- ARCHER, D.; ALMANSI, F.; DIGREGORIO, M.; ROBERTS, D.; SHARMA, D.; SYAM, D. Moving towards inclusive urban adaptation: approaches to integrating community-based adaptation to climate change at city and national scale. *Climate and Development*, v. 6, n. 4, p. 345, 2014.
- ARRUDA FILHO, M. T. ; JACOBI, P. R. A urgência de um urbanismo climático no Brasil. *GV-executivo*, v. 23, n. 3, e91906, 2024.
- ASBEQUE, A. C. F.; LEITÃO, F. N. C.; DANTAS, M. F. N.; OLIVEIRA, T. G. P.; SILVA, M. D. C. S.; BRAZ, T. A.; MORAIS, M. J. D. The impact on public coffers of chronic non-communicable diseases: an integrative review. *Estudos e Escrita Científica Multidisciplinar em Ciências da Saúde*, v. 1, p. 151-159, 2023.
- ASTELL-BURT, T.; NAVAKATIKYAN, M. A.; WALSAN, R.; DAVIS, W.; FIGTREE, G.; ARNOLDA, L.; FENG, X. Green space and cardiovascular health in people with type 2 diabetes. *Health & Place*, v. 69, p. 102554, 2021.
- AVELLAR MONTEZUMA, M. Minimizing risks and maximizing benefits: 3PA and design integration for day-to-day, design, exceedance and extreme flood events. MSc thesis. Institute for Water Education IHE Delft, 2023.
- AVELLAR MONTEZUMA, M.; ZEVENBERGEN, S.; VAN DE VEN, F.; DING, VEERBEEK, W.; CORZO PEREZ, G.; LIU, J. The Three-Point Sponge Cities Approach for Integrating Blue-Green-Grey Infrastructure by design: Lessons from the 2021 Extreme Flood in Zhengzhou, China. *Urban Lifeline*, 2025.
- AZEVEDO, T. S.; NISA, S.; LITTLEJOHN, S.; MUYLEAERT, R. L. Flood-related cases of leptospirosis in Campinas, Brazil: the interplay between drainage, impermeable areas and social vulnerability. *BioRxiv*, 2024.
- BALBIM, R.; KRAUSE, C.; SANTIAGO, C.; FORMICKI, G.; POLLI, L.; GONÇALVES, R. Crise climática e novas estratégias habitacionais em territórios vulneráveis. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, n. 33, p. 79-96, 2024.
- BALMFORD, A.; GREEN, J. M.; ANDERSON, M.; BERESFORD, J.; HUANG, C.; NAIDOO, R.; MANICA, A. Walk on the wild side: estimating the global magnitude of visits to protected areas. *PLoS Biology*, v. 13, n. 2, e1002074, 2015.
- BARWISE, Y.; KUMAR, P. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: A practical review for appropriate plant species selection. *NPJ Climate and Atmospheric Science*, v. 3, n. 1, p. 12, 2020.
- BÁRCENA, A.; BAHADUR, A. Co-producing urban resilience solutions: the role of power and politics. London: IIED, 2023.
- BASTOS MOROZ, C.; THIEKEN, A. H. Urban growth and spatial segregation increase disaster risk: Lessons learned from the 2023 disaster on the North Coast of São Paulo, Brazil. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 24, n. 9, p. 3299-3314, 2024.
- BELMONT, M. (Org.) Racismo ambiental e emergências climáticas no Brasil. São Paulo: 2023.
- BERDEJO-ESPINOLA, V.; FULLER, R. A.; ZAHNOW, R. Well-being from nature exposure depends on socio-environmental contexts in Paraguay. *Nature Cities*, v. 1, n. 5, p. 335-345, 2024.

BERKELEY, A. R.; WALLACE, M.; COO, C. A framework for establishing critical infrastructure resilience goals. Final report and recommendations by the council. National Infrastructure Advisory Council, 2010.

BERNARDINI, S. P. O planejamento da expansão urbana na interface com a urbanização dispersa: uma análise sobre a região metropolitana de Campinas (1970-2006). *Urbe*, v. 10, n. 1, p. 172-185, 2018.

BERTHON, K.; THOMAS, F.; BEKESSY, S. The role of 'nativeness' in urban greening to support animal biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, v. 205, p. 103959, 2021.

BERTOLETI, I. A. F.; FERREIRA, M. L.; GOMES, E. P. C.; RODRIGUES, E. A.; NIEVOLA, C. C. Global approaches for ecological restoration in urban environments: A PRISMA review. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 104, p. 128673, 2025.

BEUTE, F.; MARSELLE, M. R.; OLSZEWSKA-GUIZZO, A.; ANDREUCCI, M. B.; LAMMEL, A.; DAVIES, Z. G.; GLANVILLE, J.; KEUNE, H.; O'BRIEN, L.; REMMEN, R.; RUSSO, A.; DE VRIES, S. How do different types and characteristics of green space impact mental health? A scoping review. *People and Nature*, v. 5, n. 6, p. 1839-1876, 2023.

BEZERRA, M. L. D. Taxa de impermeabilidade urbana intra-lote. *Revista Campo do Saber*, v. 1, n. 2, p. 26-43, 2015.

BHANDARY, R. R.; GALLAGHER, K. S.; ZHANG, F. Climate finance policy in practice: a review of the evidence. *Climate Policy*, v. 21, n. 4, p. 529-545, 2021.

BIELEMANN, R. M.; SILVA, B. G. C. D.; COLL, C. D. V. N.; XAVIER, M. O.; SILVA, S. G. D. Impact of physical inactivity and costs of hospitalization for chronic diseases. *Revista de Saúde Pública*, v. 49, p. 75, 2015.

BONTEMPI, R. M.; RANIERI, V. E. L. Pagamento por Serviços Ambientais e Planos Diretores Municipais Brasileiro: analisando a integração. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 37, n. 1, p. 32-50, 2024.

BORJA, P. C. Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 432-447, 2014.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012. Brasília, DF: Presidência da República, 1965. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em: 23 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 27 fev. 2025.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil, 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 9 abr. 1988.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 9 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 11 out. 2024.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 1.594/24. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade: regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Promoção da Saúde. 3. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_promocao_saude_3ed.pdf. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 10 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Promoção da Saúde. 3. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_promocao_saude_3ed.pdf. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 10 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de abril de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112608.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 8 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; ICLEI – Brasil. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília, DF: MMA; ICLEI, 2012. Disponível em: https://e-lib.iclei.org/wp-content/uploads/2018/10/ManualPlanosResSolidos_.pdf. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2013. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/437>. Acesso em: 16 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 jan. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm. Acesso em: 16 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário. O papel da assistência social no atendimento a migrantes. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Assistência Social, 2016. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia_social/guia/guia_migrantes.pdf. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou jurídica de direito público ou privado. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto. Brasília, DF: MDR, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2019>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Relatório de avaliação – Programa Minha Casa, Minha Vida – Ciclo 2020: Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas. Brasília, DF: Secretaria de Avaliação, Planejamento, Energia e Loteria – Ministério da Economia, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-ainformacao/participacao-social/conselhos-e-orgaoscolegiados/cmap/>. Acesso em: 27 de dezembro de 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera diversas leis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Carta Brasileira para Cidades Inteligentes. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional; GIZ – Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/development-urbano/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Portaria MMA nº 76, de 18 de fevereiro de 2020. Institui o Programa de Conversão de Multas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 fev. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-76-de-18-de-fevereiro-de-2020-244042155>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

BRASIL. Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021. Altera as Leis nº 12.651, de 25 de maio de 2012; 11.952, de 25 de junho de 2009; e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, para dispor sobre áreas de preservação permanente em áreas urbanas consolidadas. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm. Acesso em: 23 de outubro de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia de atividade física para a população brasileira. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/ecv/publicacoes/guia-de-atividade-fisica-para-populacao-brasileira>. Acesso em: 16 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14119.htm. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

BRASIL. Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022. Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 160, n. 72, p. 2, 14 abr. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D11043.htm. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Ambiental Urbana. Brasília, DF: MMA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambiental-urbana>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Estratégia Nacional de Inovação 2021-2024. Brasília, DF: MCTI, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/politica-nacional-de-inovacao/estrategia-nacional-de-inovacao>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022. Regulamenta o disposto no art. 6º da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 maio de 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D11075.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Portaria GM/MS nº 1.135, de 25 de maio de 2021. Institui o Programa Saúde com Agente. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 98, p. 125, 26 maio de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-1.135-de-25-de-maio-de-2021-322095115>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 190, de 3 de fevereiro de 2023. Institui o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Vigiaqua Brasil e o Programa Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado – Vigisolo. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 24, p. 123, 6 fev. 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-190-de-3-de-fevereiro-de-2023-460172632>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 14.661, de 23 de agosto de 2023. Dispõe sobre a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 24 ago. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14661. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Decreto nº 11.745, de 20 de outubro de 2023. Institui o Programa Nacional de Crescimento Verde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 out. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11745.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Lei nº 14.900, de 17 de julho de 2024. Institui a Política Nacional de Educação Digital. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 jul. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14900.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Estratégia Nacional de Implementação e Financiamento de Soluções baseadas na Natureza. Brasília, DF: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/estrategia-sbn>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: MMA, 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/educacaoambiental/politica-nacional>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Estratégia Nacional de Bioeconomia. Brasília, DF: MMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/estrategia-bioeconomia>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: MMA, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/planos-nacionais/plano-nacional-de-residuos-solidos>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

- BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Atualiza a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º out. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.
- BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.
- BRASIL. Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, para dispor sobre a proteção da vegetação nativa em áreas urbanas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 dez. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14285.htm. Acesso em: 9 de abril de 2025.
- BRAUW, A.; SURYANARAYANA, M. H. Linkages between poverty, food security and undernutrition: evidence from China and India. *China Agricultural Economic Review*, v. 7, n. 4, p. 655–667, 2015.
- BRESSANE, A.; CUNHA PINTO, J. P.; CASTRO MEDEIROS, L. C. Urban green space disparities: implications of environmental injustice for public health. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 99, p. 128441, 2024.
- BRETZEL, F.; CALDERISI, M.; SCATENA, M.; PINI, R. Soil quality is key for planning and managing urban allotments intended for the sustainable production of home-consumption vegetables. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 23, p. 17753–17760, 2016.
- BRISSETTE, I.; CASPER, M.; HUSTON, S. L.; JORDAN, M.; KARNS, B.; KIPPES, C.; KRAMER, M. R.; PEACOCK, J. M.; VAUGHAN, A. S. Application of Geographic Information Systems to Address Chronic Disease Priorities: Experiences in State and Local Health Departments. *Preventing Chronic Disease*, v. 16, p. 65, 2019.
- BROWNING, M. H. E. M.; LOCKE, D. H.; KONIJNENDIJK, C.; LABIB, S. M.; RIGOLON, A.; YEAGER, R.; ... NIEUWENHUIJSEN, M. Measuring the 3–30–300 rule to help cities meet nature access thresholds. *Science of the Total Environment*, v. 907, 167739, 2024.
- BROWN, D.; MCGRANAHAN, G.; DODMAN, D. Urban informality and building a more inclusive, resilient and green economy. London: IIED, 2014.
- BUCKINGHAM, K.; TOROSSIAN, J. Nature-Based Solutions for Coastal Highway Resilience. *Public Roads*, v. 85, n. 3, 2021.
- BULBOVAS, P.; DE MORAES, R. M.; RINALDI, M. C. S.; CUNHA, A. L.; DELITTI, W. B. C.; DOMINGOS, M. Leaf antioxidant fluctuations and growth responses in saplings of *Caesalpinia echinata* Lam (brazilwood) under an urban stressing environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 73, n. 4, p. 664–670, 2010.
- BUSH, J.; DOYON, A. Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? *Cities*, v. 95, p. 102483, 2019.
- CÁCERES, R.; BIEL, C.; ORTIZ, C. Composting as a nature-based solution for coping with circularity challenges in horticulture: the use of nitrified compost in sustainable horticulture. *Acta Horticulturae*, v. 1355, p. 149–156, 2022.
- C40 CITIES FINANCE FACILITY. Financing Sustainable Urban Infrastructure, 2024.
- C40 CITIES. Flooding: How to increase your city's permeability, 2020.
- C40 CITIES. The future we don't want: How climate change could impact the world's greatest cities, 2018.
- CALDAS, M. F. Urban planning and land value capture: case study of Belo Horizonte, Brazil. Working Paper WP23MC1, 2023.
- CARVALHO, B. M.; PEREZ, L. P.; OLIVEIRA, B. F. A.; JACOBSON, L. S. V.; HORTA, M. A.; SOBRAL, A.; HACON, S.S. Vector-borne diseases in Brazil: climate change and future global warming scenarios. *Sustainability in Debate - Brasília*, v. 11, n. 3, p. 383–404, 2020.
- CARVALHO, C. O. E BRITO, F. L. Mobilidade urbana: conflitos e contradições do direito à cidade. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental, Curitiba*, v. 7, n. 2, p. 103–132, 2016.
- CARVALHO, R. G.; SILVA, E. V. Planejamento Urbano: Mossoró-RN: Estado do Rio Grande do Norte (UERN), 2018.
- CARVALHO, D. M.; VAN TULDER, R. Water and sanitation as a wicked governance problem in Brazil: an institutional approach. *Frontiers in Water*, v. 4, n. 9, p. 781638, 2022.
- CASTELLANOS, E.; LEMOS, M. F.; ASTIGARRAGA, L.; CHACÓN, N.; CUVI, N.; HUGGEL, C.; MIRANDA, L.; MONCASSIM VALE, M.; OMETTO, J. P.; PERI, P. L.; POSTIGO, J. C.; RAMAJO, L.; ROCO, L.; RUSTICUCCI, M. Central and South America. In: PÖRTNER, H.-O.; ROBERTS, D. C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E. S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. (Eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- CASTLES, S. Environmental change and forced migration: making sense of the debate. Geneva: UNHCR, 2002.
- CAVALCANTI, C. K. C.; ALVIM, A. A. B.; ALVES, K. D. Climate change as a potential factor of

vulnerability in precarious settlements: the case of São Paulo. XI Seminário Internacional de Investigação em Urbanismo, Barcelona-Santiago de Chile, June 2019. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN URBANISMO. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.

CAVALCANTI, C. K. C.; ALVIM, A. A. T. B. Autoconstrução em contexto de elevação de temperatura: o caso do Cantinho do Céu, São Paulo. *Cadernos Metrópole*, v. 22, n. 49, p. 757-786, 2020.

CAVALCANTI, E. R.; BRASIL, A. B.; MORETTI, R. D. S.; MORETTI, J. A. Movimentos Sociais Na Ocupação De Imóveis Vazios Nas Áreas Centrais E O Enfrentamento Inclusivo Das Mudanças Climáticas: Os Casos De São Paulo E Natal. *Revista de Direito da Cidade*, v. 14, n. 1, p.138-169,. 2022.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Rio de Janeiro, RJ, Ano VII, n. 3, 1999.

CAVEDON-CAPDEVILLE, F. S.; SERRAGLIO, D. A.; PINHEIRO, G. M.; FÉLIX, R. B.; LAUDA-RODRIGUEZ, Z.; RAMOS, E. P. Environmental refugees. In: MAGALHÃES, J. L. Q.; GONTIJO, L. A.; COSTA, B. A.; BICALHO, M. F. *et al.* (Org.). *Dictionary of Human Rights*. Porto Alegre: Fi, 2023.

CEMADEN. Educação em clima de riscos de desastres. São José dos Campos, SP: 2023.

CHIKHI, F., LI, C., JILII, Q.; ZHOU, X. Review of Sponge City implementation in China: performance and policy. *Water Science & Technology*. v. 88, n. 10, p. 2499-2520, 2023.

CHOU, S. C.; LYRA, A.; MOURÃO, C.; DERECZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J.; BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P.; SILVA, A.; RODRIGUES, D.; CAMPOS, D.; CHAGAS, D.; SUEIRO, G.; SIQUEIRA, G.; MARENGO, J. Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. *American Journal of Climate Change*, v. 3, n. 5, p. 512-527, 2014.

CHRISTIAENSEN, L.; RUTLEDGE, Z.; TAYLOR, J. E. The future of work in agri-food. *Food Policy*, v. 99, p. 101963, 2021.

CHOO, M.; YOON, D. K. A meta-analysis of the relationship between disaster vulnerability and disaster damage. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 102, p. 104302, 2024.

CHU, E.; ANGUELOVSKI, I.; JOANN, C. Inclusive approaches to urban climate adaptation planning and implementation in the Global South. *Climate Policy*, v. 16, n.3, p. 372-392, 2016.

CHU, E., ANGUELOVSKI, I., ROBERTS, D. Climate adaptation as strategic urbanism: assessing opportunities and uncertainties for equity and inclusive development in cities. *Cities*, v. 60, p. 378-387, 2017.

CHU, E.; SCHENK, T.; PATTERSON, J. The Dilemmas of Citizen Inclusion in Urban Planning and Governance to Enable a 1.5 °C Climate Change Scenario. *Urban Planning*, v. 3, n.2, p. 128-140, 2018.

CINCOTTA, R. P.; WISNEWSKI, J.; ENGELMAN, R. Human population in the biodiversity hotspots. *Nature*, v. 404, n. 6781, p. 990-992, 2000.

CITIES CLIMATE FINANCE LEADERSHIP ALLIANCE (CCFLA). Climate Finance for Cities and Urban Areas. 2024.

CITIES CLIMATE FINANCE LEADERSHIP ALLIANCE (CCFLA). Accelerating urban climate finance in low- and middle-income countries: an important strategic dimension of MDB reform. Climate Policy Initiative, 2023.

CITY OF NEW YORK. PlaNYC: Getting Sustainability Done. NYC Mayor's Office of Climate & Environmental Justice, 2023.

CLIMATE ACTION TRACKER. Brazil. Climate Analytics; NewClimate Institute, 2024. Disponível em: <https://climateactiontracker.org/countries/brazil/>. Acesso em: outubro de 2024.

CLIMATE INVESTMENT FUNDS (CIF). Climate Smart Cities Program, 2024. Disponível em: <https://www.climateinvestmentfunds.org>. Acesso em: novembro de 2024.

COALITION FOR URBAN TRANSITIONS. *About the Coalition for Urban Transitions*, 2021.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. (Eds.). Nature-based solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN, 2016.

COLE, J.; SHARVELLE, S.; ARABI, M. Assessing uncertainty in multicriteria evaluation of centralized and decentralized dual water supply strategies. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 148, n. 12, 2022.

INTER-AMERICAN COMMISSION ON HUMAN RIGHTS (CIDH). Resolution No. 2/24 on Human Movement induced by Climate Change, 2024.

COFFMAN, L. S. Low-impact development: an alternative stormwater management technology. In: FRANCE, R. L. (Org.) Handbook of water sensitive planning and design. Boca Raton: CRC Press, 2002.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD). Decision 14/8, Protected areas and other effective area-based conservation measures. [OECMs.] Convention on Biological Diversity (CBD), Conference of Parties, 14th (CoP-14), Sharm El-Sheikh, Egypt, 17-29 Nov. 2018. 2024.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD). Voluntary Guidelines for the Design and Effective Implementation of Ecosystem-based Approaches to Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction and Supplementary Information.

Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2018.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD). Decision 15/4, Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. [KMGBF.] Convention on Biological Diversity (CBD), Conference of Parties, 15th (CoP-15), Part II, Montreal, Canada, 2022.

EUROPEAN COMMISSION (EC). Guidelines on best practices to limit, mitigate or compensate for soil sealing. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012

EUROPEAN COMMISSION (EC). Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015.

CORRÊA, M. P. Heatwaves, biodiversity and health in times of climate change. *Jornal de Pediatria*, v. 101, p. s27-s33, 2025.

CORRÊA, R. L. O espaço urbano. São Paulo: Ática, 1995.

CÔRTEZ, J. C.; D'ANTONA, Á. O.; OJIMA, R. Extensive urbanization and rural reconfiguration in the Amazon: a theoretical-methodological proposal based on demographic and spatial indicators. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 22, p. e202015, 2020.

CÔRTEZ, P. L. Falta de medidas governamentais potencializa as consequências dos eventos climáticos extremos. *Jornal da USP*, São Paulo, 2024.

COSTA, M. A. Diálogos para uma Política Nacional de Desenvolvimento Urbano: desafios do financiamento urbano e da governança interfederativa. Rio de Janeiro: Ipea, 2023.

COSTA FILHO, A. M.; MAMBRINI, J. V. D. M.; MALTA, D. C.; LIMA-COSTA, M. F.; PEIXOTO, S. V. Contribution of chronic diseases to the prevalence of disability in basic and instrumental activities of daily living in elderly Brazilians: the National Health Survey (2013). *Cadernos de Saúde Pública*, v. 34, n. 1, e00204016, 2018.

COUTINHO, R. Q.; LUCENA, R.; HENRIQUE, H. M. Disaster risk governance: institutional vulnerability assessment with emphasis on non-structural measures in the municipality of Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco (PE), Brazil. *Disaster Prevention and Management: an International Journal*, v. 29, n. 5, p. 711-729, 2020.

CRANZ, G.; BOLAND, M. Defining the sustainable park: A fifth model for urban parks. *Landscape Journal*, v. 23, n. 2, p. 102-120, 2004.

CUMMING, A. B.; TWARDUS, D. B.; NOWAK, D. J. Urban forest health monitoring: Large-scale assessments in the United States. *Arboriculture & Urban Forestry*, v. 34, n. 6, p. 341-346, 2008.

CUNHA, A. P. Environmental Refugees? In: WHITE, A. G. et al. Refúgio, Migrações e Cidadania. Brasília: Instituto Migrações e Direitos Humanos, 2012.

CURREA, J.; LÓPEZ, J.; SARMIENTO, J.; MINAKATA, A.; CARBAJO, J.; TRUJILLO, C.; URBINA, I. Ecohydrological nature based-solutions for sustainable cities: a case study based on water security and modeling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 1363, n. 1, p. 012076, 2024.

DA FONSECA NETO, G. C.; DA SILVA JÚNIOR, M. A. B.; CABRAL, J. J. S. P.; DA SILVA, A. C. Áreas Vulneráveis Ao Aumento Do Nível Do Mar Em Cidades Costeiras: Um Estudo Na Cidade Do Recife, Brasil. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v. 1, n. 1, p. 20-27, 2022.

DA SILVA, C.; SCHARDONG, A.; GARCIA, J.; OLIVEIRA, C. Climate change impacts and flood control measures for highly developed urban watersheds. *Water*, v. 10, n. 7, p. 829, 2018.

DAUNT, A. B. P.; SILVA, T. S. F. Beyond the park and city dichotomy: Land use and land cover change in the northern coast of São Paulo (Brazil). *Landscape and Urban Planning*, v. 189, p. 352-361, 2019.

DE LA FUENTE, F.; SALDÍAS, M. A.; CUBILLOS, C.; MERY, G.; CARVAJAL, D.; BOWEN, M.; BERTOGLIA, M. P. Green space exposure association with type 2 diabetes mellitus, physical activity, and obesity: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, p. 97, 2021.

DAVIES, C.; LAFORTEZZA, R. Transitional path to the adoption of nature-based solutions. *Land Use Policy*, v. 80, p. 406-409, 2019.

DAWSON, R.; KHAN, M. S. A.; GORNITZ, V.; LEMOS, M. F.; ATKINSON, L.; PULLEN, J.; OSORIO, J. C. Urban Areas in Coastal Zones. In: Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network In: ROSENZWEIG, C., SOLECKI, W., ROMERO-LANKAO, P., MEHROTRA, S., DHAKAL, S., ALI IBRAHIM, S. (org.). New York: Cambridge University Press, 2018.

DE BRUIJN, K. M.; MARAN, C.; ZYGNERSKI, M.; JURADO, J.; BURZEL, A.; JEUKEN, C.; OBEYSEKERA, J. Flood resilience of critical infrastructure: approach and method applied to Fort Lauderdale, Florida. *Water*, v. 11, n. 3, p. 517, 2019.

DELANEY, B. Turning cities into sponges: how Chinese ancient wisdom is taking on climate change. *The Guardian*, March 20, 2018. Disponível em: <https://www.theguardian.com/artanddesign/2018/mar/21/turning-cities-into-sponges-how-chinese-ancient-wisdom-is-taking-on-climate-change>. Acesso em: abril de 2025.

DE MORAES, J. B.; WANDERLEY, H. S.; DELGADO, R. C. Áreas suscetíveis à desertificação no Nordeste do Brasil e projeção para cenário de mudanças climáticas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 17, n. 6, p. 4003-4014, 2024.

- DE SOUZA, J.N. S.; VIGODERIS, R. B.; SILVA, N. T. C.; DE SOUZA, W. M.; DA SILVA, J. M.; LEITE, G. S.; SILVA, R. J.; DA CRUZ GONZAGA, N. Dinâmica Climática E Histórico De Transformação Do Uso E Da Ocupação Do Solo Em Função Da Urbanização Do Recife-Pe. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 1-14, 2024.
- DENG, X.; YU, W.; SHI, J.; HUANG, Y.; LI, D.; HE, X.; ZHOU, W.; XIE, Z. Characteristics of surface urban heat islands in global cities of different scales: Trends and drivers. *Sustainable Cities and Society*, v. 107, p. 105483, 2024.
- DÍAZ, C. M. M.; ROSA, L. P.; GÓMEZ, J. M. A. Achieving the Sustainable Development Goal 06 in Brazil: the universal access to sanitation as a possible mission. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, v. 90, n. 2, p. 1337-1367, 2018.
- DEPIETRI, Y.; MCPHEARSON, T. Integrating the grey, green, and blue in cities: nature-based solutions for climate change adaptation and risk reduction. In: KABISCH, N.; KORN, H.; STADLER, J.; BONN, A. (org.). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: linkages between science, policy and practice*. Cham: Springer, 2017.
- DI GIULIO, G. D.; TORRES, R.; LAPOLA, D.; BEDRAN-MARTINS, A. M.; VASCONCELLOS, M. P.; BRAGA, D. R.; FUCK, M. P.; JUK, Y.; NOGUEIRA, V.; PENNA, A. C.; JACAÚNA, T.; FETZ, M.; PESSOA, Z.; PONTES, R.; SCHONS, M.; PREMEBIDA, A. Bridging the gap between will and action on climate change adaptation in large cities in Brazil. *Regional Environmental Change*, v. 19, n. 8, p. 2491-2502, 2019.
- DI GIULIO, G.M.; BEDRAN-MARTINS, A. M. B.; VASCONCELLOS, M. P.; RIBEIRO, W. C.; LEMOS, M. C. Mainstreaming climate adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil. *Cities*, v. 72, p. 237-244, 2018.
- DIMITRI, C.; OBERHOLTZER, L.; PRESSMAN, A. Urban agriculture: connecting producers with consumers. *British Food Journal*, v. 118, n. 3, p. 603-617, 2016.
- DINO, N. Inconstitucional, Lei nº 14.285/21 fragiliza a proteção das APPs em áreas urbanas consolidadas. *Jota*, 31 jan. 2022. Disponível em: <https://www.jota.info/artigos/lei-14-285-2021-inconstitucional-fragiliza-protecao-apps-area-urbana-consolidada>. Acesso em: 23 out. 2024.
- DOIRON, D.; SETTON, E. M.; SYER, J.; REDIVO, A.; MCKEE, A.; NOAEEN, M.; PATEL, P.; BOOTH, G. L.; BRAUER, M.; FULLER, D.; KESTENS, Y.; ROSELLA, L. C.; STIEB, D.; VILLENEUVE, P. J.; BROOK, J. R. HealthyPlan.City: A Web Tool to Support Urban Environmental Equity and Public Health in Canadian Communities. *Journal of Urban Health*, v. 101, n. 3, p. 497-507, 2024.
- DONATO, L. A. Urban planning and the right to access to water. *Solutions*, v. 14, p. 186-210, 2020.
- DRAKE, J. E.; TJOLKER, M. G.; VÅRHAMMAR, A.; MEDLYN, B. E.; REICH, P. B.; LEIGH, A.; BARTON, C. V. Trees tolerate an extreme heatwave via sustained transpirational cooling and increased leaf thermal tolerance. *Global Change Biology*, v. 24, n. 6, p. 2390-2402, 2018.
- DROSOU, N.; DROSOU, N.; SOETANTO, R.; HERMAWAN, F.; CHMUTINA, K.; BOSHER, L.; HATMOKO, J. U. D. Key factors influencing wider adoption of blue-green infrastructure in developing cities. *Water*, v. 11, n. 6, 2019.
- DU, J.; GREIVING, S.; YAP, D. L. T. Informal Settlement Resilience Upgrading-Approaches and Applications from a Cross-Country Perspective in Three Selected Metropolitan Regions of Southeast Asia. *Sustainability*, v. 14, n. 15, p. 8985, 2022.
- DUARTE, D. H.; SHINZATO, P.; GUSSON, C. DOS S.; ALVES, C. A. The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance built density in a subtropical changing climate. *Urban Climate*, v. 14, p. 224-239, 2015.
- DUDLEY, N. (Ed.). Guidelines for applying protected area management categories. Gland, Switzerland: IUCN, 2008. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-021.pdf> Acesso em: 09 de abril de 2025.
- DUSHKOVA, D.; KUHLCHE, C. Making co-creation operational: A RECONNECT seven-steps-pathway and practical guide for co-creating nature-based solutions. *MethodsX*, v. 12, p. 102495, 2024.
- EBI, K. L.; VANOS, J.; BALDWIN, J. W.; BELL, J. E.; HONDULA, D. M.; ERRETT, N. A.; HAYES, K.; REID, C. E.; SAHA, S.; SPECTOR, J.; BERRY, P. Extreme weather and climate change: population health and health system implications. *Annual Review of Public Health*, v. 42, n. 1, p. 293-315, 2021.
- EDEIGBA, B. A.; ASHINZE, U. K.; UMOH, A. A.; BIU, P. W.; DARAOJIMBA, A. I. Urban green spaces and their impact on environmental health: A global review. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, v. 21, n. 2, p. 917-927, 2024.
- ELMQVIST, T.; ANDERSSON, E.; FRANTZESKAKI, N.; MCPHEARSON, T.; OLSSON, P.; GAFFNEY, O.; TAKEUCHI, K.; FOLKE, C. Sustainability and resilience for transformation in the urban century. *Nature Sustainability*, v. 2, p. 267-273, 2019.
- EMPINOTTI, V. L.; SULAIMAN, S. N.; SINISGALLI, P. A. A. No caminho da intersectorialidade: as bases para uma governança ambiental territorial na Macrometrópole Paulista. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 61, p. 332-348, 2023.
- ENSSLE, F.; KABISCH, N. Urban green spaces for the social interaction, health and well-being of older people-An integrated view of urban ecosystem services and socio-environmental justice. *Environmental Science & Policy*, v. 109, p. 36-44, 2020.
- ESPERON-RODRIGUEZ, M.; TJOLKER, M. G.; LENOIR, J.; BAUMGARTNER, J. B.; BEAUMONT, L. J.; NIPPERESS, D. A.; GALLAGHER, R. V. Climate change increases global risk to urban forests.

Nature Climate Change, v. 12, n. 10, p. 950-955, 2022.

ESPIÑOZA SOTO, A.; ROMERO, J. M.; HERNÁNDEZ, H. K.; NUÑEZ, B. C.; ARANCIBIA, J. S.; CEBALLOS, J. A. Experiencias de migrantes haitianos afectados por un incendio en Santiago, Chile. A case study. *Si Somos Americanos*, v. 22, n. 1, p. 8-33, 2022.

EUROPEAN COMMISSION. *Horizon 2020 expert group on nature-based solutions and re-naturing cities: final report: towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities*. Brussels, 2015.

EVERS, H.; ROSSBACH, A. Termos para lidar com desastres iminentes. Nexus, 2023. Disponível em: <https://www.nexojournal.com.br/ensaio/2023/04/08/Os-termos-para-lidar-com-desastres-iminentes>. Acesso em: 09 de março de 2015.

FADEL, A. W.; DORNELLES, F. Eficiência da interceptação de esgoto sanitário em rede pluvial na bacia do Arroio Capivara, Porto Alegre, RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 4, p. 970-979, 2015.

FANNING, A. L.; O'NEILL, D. W.; HICKEL, J.; ROUX, N. The social shortfall and ecological overshoot of nations. *Nature Sustainability*, v. 5, p. 26-36, 2022.

FARJALLA, V. F.; PIRES, A. P. F.; AGOSTINHO, A. A.; AMADO, A. M.; BOZELLI, R. L.; DIAS, B. F. S.; DIB, V.; FARIA, B. M.; FIGUEIREDO, A.; GOMES, E. A. T.; LIMA, A. J. R.; MORMUL, R. P.; OMETTO, J. P. H. B.; PANOSSO, R.; RIBEIRO, M. C. L. B.; RODRIGUEZ, D. A.; SABINO, J.; SCOFIELD, V.; SCARANO, F. R. Turning water abundance into sustainability in Brazil. *Frontiers in Environmental Science*, v. 9, n. 727051, 2021.

FARR, D. Sustainable Urbanism: Urban Design With Nature. Hoboken, US: 2007.

FASOLO, C. ONGs apresentam dados ao STF para derrubar lei que altera apps urbanas. São Paulo: Instituto Socioambiental (ISA), Disponível em: <https://www.socioambiental.org/noticias-socioambientais/ongs-apresentam-dados-ao-stf-para-derrubar-lei-que-altera-apps-urbanas>. Acesso em: 23 de outubro de 2024.

FEDELE, G. et al. Transformative adaptation to climate change for sustainable social-ecological systems. *Environmental Science & Policy*, v. 101, p. 116-125, 2019.

FEKETE, A. Critical infrastructure cascading effects: disaster resilience assessment for floods affecting city of Cologne and Rhein-Erft-Kreis. *Journal of Flood Risk Management*, v. 13, n. 2, p. e12600, 2020.

FERRARA, L. N.; PEREIRA, P. C. X. Financeirização da natureza na perspectiva da economia política urbana. In: FERRARA, L. N.; DATTWYLER, R. H.; LIMA, B. A. A. Natureza e metabolismo urbano: reestruturação do espaço no Brasil e no Chile. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023.

FERREIRA, L. S.; DUARTE, D. H. S. Exploring the relationship between urban form, land surface temperature and vegetation indices in a subtropical megacity. *Urban Climate*, v. 27, p. 105-123, 2019.

FERREIRA, L. S.; FERRETTO, D.; DUARTE, D. H. S. Mapeando a morfologia urbana: aplicações do método Local Climate Zones (LCZ) em diferentes escalas do projeto. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP*, v. 30, n. 56, p. 1-18, 2024.

FERREIRA, M. J.; ROCHA, H. R. Green roof infrastructure outperforms grey technology in flood mitigation in São Paulo's urbanized region. *Frontiers in Built Environment*, v. 9, p. 1254942, 2023.

FERREIRA, M. L.; ESPOSITO, J. B. N.; SOUZA, S. R.; DOMINGOS, M. Critical analysis of the potential of Ipomoea nil 'Scarlet O'Hara' for ozone biomonitoring in the sub-tropics. *Journal of Environmental Monitoring*, v. 12, p. 2-35, 2012.

FERREIRA, M. L.; KNISS, C. T.; MEIRA, W. N.; FERREIRA, A. T. S. Urban Forests, Territorial Planning and Political Stability: Key Factors to Face Climate Change in a Megacity. *Sustainability*, v. 15, p. 10092, 2023a.

FERREIRA, M. L.; DALMAS, F. B.; SANTANNA, M.; RODRIGUES, E. A.; SODRÉ, M. G. Sustainable development in São Paulo's Green Belt Biosphere Reserve: between the void of municipal environmental policies and the ecosystem management of the territory. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 12, n. 1, e22940-e22940, 2023b.

FERREIRA, M. L. Extreme rain event highlights the lack of governance to face climate change in the Southeastern coast of Brazil. *Geography and Sustainability*, v. 5, p. 29-32, 2024.

FGV Cidades. Analysis of shared streets: Analysis of sustainable transportation policy cases. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2021.

FIJI. Ministry of Economy. Planned Relocation Guidelines: a framework to undertake climate change related relocation. Suva: Republic of Fiji, 2018.

FILGUEIRAS, F.; LUI, L.; ROSA, T. G.; CANDIDO FERREIRA, G. The institutional design of data governance in Brazil: entropy, restrictiveness and institutional grammar. *Policy Design and Practice*, v. 8, p. 1-25, 2025.

FLETCHER, T. D.; ANDRÉASSIAN, V.; OGDEN, F.; PATERSON, R. G.; SHUSTER, W. D. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more - The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2015.

FLETCHER-LARTEY, S. M.; CAPRARELLI, G. Application of GIS technology in public health: successes and challenges. *Parasitology*, v. 143, n. 4, p. 401-415, 2016.

- FOLKE, C. et al. Our future in the Anthropocene biosphere. *Ambio*, v. 50, p. 834-869, 2021.
- FONSECA, P. L. D. A.; NASCIMENTO, E. A. D. O.; LONGO, O. C. Environmental management of river basins: non-conventional measures in urban flood control - main aspects, considerations and integrated actions. XIII SIMPEP-Bauru, SP, Brazil, v. 6, 2006.
- FORD, A.; R. DAWSON, P. B.; BARR, S. Land-use transport models for climate change mitigation and adaptation planning. *J. Transp. Land Use*, v. 11, n. 1, p. 83-101, 2018.
- FRANCO, F. T. S. R. Urbanismo carbocêntrico: uma miragem ecocapitalista em cidades segregadas, um estudo de caso de São Paulo. 2024. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.
- FRANCOEUR, X. W. et al. Complexifying the urban lawn improves heat mitigation and arthropod biodiversity. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 60, p. 127007, 2021.
- FRANTZESKAKI, N.; MCPHEARSON, T. Mainstream nature-based solutions for urban climate resilience. *Bioscience*, v. 72, n. 2, p. 113-134, 2021.
- FRANTZESKAKI, N.; DUMITRU, A.; ANGUELEVSKI, I.; AVELINO, F.; BACH, M.; BEST, B.; BINDER, C.; BARNES, J.; CARRUS, G.; EGERMANN, M.; HAXELTINE, A.; MOORE, M.-L.; MIRA, R. G.; LOORBACH, D.; UZZELL, D.; OMANN, I.; OLSSON, P.; SILVESTRI, G.; STEDMAN, R.; WITTMAYER, J.; DURRANT, R.; RAUSCHMAYER, F. Elucidating the changing roles of civil society in urban sustainability transitions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 22, p. 41-50, 2016.
- FREDIANI, A. A.; COCIÑA, C.; ROCHE, J. M. *Improving housing in informal settlements: assessing the impacts in human development*. Washington, D.C.: Habitat for Humanity International, 2023.
- FUNBIO. CITInova II: Promoting integrated metropolitan planning and investments in innovative urban technology in Brazil. 2023.
- GALLEGO, B. C.; SANCHIS, E. M.; CAMPOS, L. M.; MEDINA, E. M. L.; COLL, I. A.; HORTELANO, M. G. L.; REY, C. C. Most common flood-associated infectious diseases in children. *Anales de Pediatría (English Edition)*, v. 503777, 2025.
- GARCIA, A. A. What Happens When Resettlements Focus on the Physical Environment: The Aftermath of the Resettlement Process in a Displaced Community in Cartagena, Colombia. Cambridge, MA, United States: Massachusetts Institute of Technology, 2017.
- GARCÍA-PALACIOS, P. et al. Climate mediates the biodiversity-ecosystem stability relationship globally. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 115, n. 33, p. 8400-8405, 2018.
- GASCON, M.; TRIGUERO-MAS, M.; MARTÍNEZ, D.; DADVAND, P.; ROJAS-RUEDA, D.; PLASÈNCIA, A.; NIEUWENHUIJSEN, M. J. Residential green spaces and mortality: a systematic review. *Environment International*, v. 86, p. 60-67, 2016.
- GEIRINHAS, J. L.; RUSSO, A.; LIBONATI, R.; TRIGO, R. M.; CASTRO, L. C.; PERES, L. F.; NUNES, B. Heat-related mortality at the beginning of the twenty-first century in Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Biometeorology*, v. 64, p. 1319-1332, 2020.
- GESUALDO, G. C.; SONE, J. S.; GALVÃO, C. de O.; MARTINS, E. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; TOMASELLA, J.; MENDIONDO, E. M. Unveiling water security in Brazil: current challenges and future perspectives. *Hydrological Sciences Journal*, v. 66, n. 5, p. 759-768, 2021.
- GIACINTO, J. J.; FRICKER, G. A.; RITTER, M.; YOST, J.; DOREMUS, J. Urban forest biodiversity and cardiovascular disease: Potential health benefits from California's street trees. *PLoS One*, v. 16, n. 11, e0254973, 2021.
- GILMORE, E., LEY, D., LEMOS, M. F., BERTOLDI, P. Feasibility Assessment. In: The Climate Technology Progress Report 2023: Speed and Scale for Urban Systems Transformation. UN Environment Programme - UNEP, p. 6-17, 2023.
- GINI, G.; PIGGOTT-MCKELLAR, A.; WIEGEL, H.; NEU, F. N.; LINK, A.-C.; FRY, C.; TABE, T.; ADEGUN, O.; WADE, C. T.; BOWER, E. R.; KOELTZOW, S.; HARRINGTON-ABRAMS, R.; JACOBS, C.; GEEST, K. VAN DER; ZIVDAR, N.; ALANIZ, R.; CHEROP, C.; DURAND-DELACRE, D.; PILL, M.; SHEKHAR, H.; YATES, O.; KHAN, M. A. A.; NANSAM-AGGREY, F. K.; GRANT, L.; NIZAR, D. A.; OWUSU-DAAKU, K. N.; PREATO, A.; STEFANCU, O.; YEE, M. I. Navigating tensions in climate change-related planned relocation. *Ambio*, v. 53, n. 9, p. 1262-1266, 2024.
- GINI, G.; CARDOSO, T. M.; RAMOS, E. P. When the two seas met: preventive and self-managed relocation of the Nova Enseada community in Brazil. *Forced Migration Review*, v. 64, p. 33-36, 2020.
- GINI, G.; PIGGOTT-MCKELLAR, A.; WIEGEL, H.; NEU, F. N.; LINK, A. C.; FRY, C.; TABE, T.; ADEGUN, O.; WADE, C. T.; BOWER, E. R.; KOELTZOW, S.; HARRINGTON-ABRAMS, R.; JACOBS, C.; VAN DER GEEST, K.; ZIVDAR, N.; ALANIZ, R.; CHEROP, C.; DURAND-DELACRE, D.; PILL, M.; SHEKHAR, H.; YATES, O.; KHAN, M. A. A.; NANSAM-AGGREY, F. K.; GRANT, L.; YEE, M. Navigating tensions in climate change-related planned relocation. *Ambio*, v. 53, n. 9, p. 1262-1266, 2024.
- GLAESER, E. L.; KAHN, M. E. The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development. *Journal of Urban Economics*, v. 67, n. 3, p. 404-418, 2010.
- GLAMANN, J.; HANSPACH, J.; ABSON, D. J.; COLLIER, N.; FISCHER, J. The intersection of food security and biodiversity conservation: a review. *Regional Environmental Change*, v. 17, p. 1303-1313, 2017.

GLOBAL CENTER ON ADAPTATION. *State and Trends in Adaptation Report 2023*. Rotterdam: Global Center on Adaptation, 2023.

GLOBAL CLIMATE CHANGE ALLIANCE PLUS (GCCA+). Global Climate Change Alliance Plus. 2024.

GLOBAL DESIGN CITIES INITIATIVE. Global Street Design Guide, 2016. Disponível em: <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide-pt/>. Acesso em: 27 de março de 2025.

GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY (GEF). Global Environment Facility. 2024. Disponível em: <https://www.thegef.org>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

GLOBAL INFRASTRUCTURE HUB. Global Infrastructure Outlook. 2022. Disponível em: <https://outlook.gihub.org/>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

GLOBAL INFRASTRUCTURE HUB. Global Infrastructure Hub. 2022. Disponível em: <https://www.gihub.org/about/about/>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

GOES, G.V.; GONÇALVES, D. N. S.; DE ALMEIDA D'AGOSTO, M.; LA ROVERE, E. L.; DE MELLO BANDEIRA, R. A. EMRV framework and prospective scenarios to monitor and ratchet up Brazilian transport mitigation targets. *Climate Change*, v. 162, n. 4, p. 2197-2217, 2020.

GOGIEN, F.; DECHESNE, M.; MARTINERIE, R.; LIPEME KOUYI, G. Assessing the impact of climate change on Combined Sewer Overflows based on small time step future rainfall timeseries and long-term continuous sewer network modelling. *Water Research*, v. 230, p. 119504, 2023.

GOMES, M. V. R.; VERÓL, A. P. Assessing public perceptions of blue-green infrastructure in urban watersheds: a case study of Acari River, Brazil. *Sustainability*, v. 16, n. 23, p. 10276, 2024.

GOYTIA, C. Examining Opportunities and Challenges for Implementing Land-based Financing Instruments for Funding Climate Action: Flood Risk, Adaptation Investments, and Land Value Creation in Buenos Aires. Working Paper WP25CG2, 2024a.

GOYTIA, C. Examining Opportunities and Challenges for Implementing Land-based Financing Instruments for Funding Climate Action. Ho Chi Minh City Case Study. Working Paper WP25CG2. Nov. 2024b.

GOYTIA, C. Examining Opportunities and Challenges for Implementing Land-based Financing Instruments for Funding Climate Action. Copenhagen's Climate Adaptation Journey Navigating Risks, Markets, and Financing. Working Paper WP25CG2, 2024c.

GRANADO, K. Migração induzida pelo clima na América do Sul: os Acordos sobre Residência do

MERCOSUL e Cidadãos Associados como forma de reconhecimento e integração. 2020. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

GREENBERG, H.; PI-SUNYER, F. X. Preventing preventable chronic disease: an essential goal. *Progress in Cardiovascular Diseases*, v. 62, n. 4, p. 303-305, 2019.

GRIGG, N. S. Comprehensive flood risk assessment: state of the practice. *Hydrology*, v. 10, n. 2, p. 46, 2023.

GUIMARÃES, E. S.; ELIAS, P. F.; GATTI-RODRIGUES, J. (Eds.). Construir pontes entre unidades de conservação e saúde: áreas protegidas e a promoção do bem-estar. In: MARETTI, C. C.; FURLAN, S. A.; IRVING, M. A. Conservação colaborativa em áreas protegidas: um novo paradigma de gestão?. São Paulo: Departamento de Geografia, FFLCH, USP, 2021.

GUIRAO, A. C.; FENERICH, G. N.; KREPSKY, C.; PERARO, A. B.; SOUZA, H. E.; THOMAZIELLO, S. A.; BARROS AYDOS, B. (Eds.). Áreas protegidas e conservadas: conceitos; legislação e práticas. In: MARETTI, C. C.; FURLAN, S. A.; IRVING, M. A. Conservação colaborativa em áreas protegidas: um novo paradigma de gestão?. São Paulo: Departamento de Geografia, FFLCH, USP, 2024.

HANDLEY, J.; PAULEIT, S.; SLINN, P.; BARBER, A.; BAKER, M.; JONES, C.; LINDLEY, S. Accessible natural greenspace standards in towns and cities: a review and toolkit for their implementation. *English Nature Research Reports*, n. 526, 2003.

HARKOT, M. K.; LEMOS, L. L.; SANTORO, P. F. How do women in São Paulo use the city? An analysis based on bicycle mobility. *Deaq*, n. 23, p. 56-63, 2018.

HARVEY, M. G. et al. The evolution of a tropical biodiversity hotspot. *Science*, v. 370, n. 6522, p. 1343-1348, 2020.

HE, B. J.; ZHU, J.; ZHAO, D. X.; GOU, Z. H.; QI, J. D.; WANG, J. Co-benefits approach: Opportunities for implementing sponge city and urban heat island mitigation. *Land Use Policy*, v. 86, p. 147-157, 2019.

HEGETSCHWEILER, K. T.; VRIES, S. de; ARNBERGER, A.; BELL, S.; BRENNAN, M.; SITER, N.; OLAFSSON, A. S.; VOIGT, A.; HUNZIKER, M. Linking demand and supply factors in identifying cultural ecosystem services of urban green infrastructures: A review of European studies. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 21, 2017, p. 48-59.

HENRIQUES, R. J.; DE OLIVEIRA, F. S.; SCHAEFER, C. E. G. R.; LOPES, P. R. C.; SENRA, E. O.; LOURENÇO, V. R.; FRANCELINO, M. R. Impacts of anthropocene sea-level rise on people, environments, and archaeological sites in Marajó Island, Brazilian Amazonia. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 136, p. 104836, 2024.

HERREROS-CANTIS, P.; OLIVOTTO, V.; GRABOWSKI, Z. J.; MCPHEARSON, T. Shifting landscapes of coastal flood risk: environmental

(in)justice of urban change, sea level rise, and differential vulnerability in New York City. *Urban Transformations*, v. 2, n. 1, p. 9, 2020.

HERZOG, C. Cities for all: (re)learning to live with nature. Rio de Janeiro: Mauad X, 2013.

HILLY, G.; VOJINOVIC, Z.; WEESAKUL, S.; SANCHEZ, A.; HOANG, D. N.; DJORDJEVIC, S.; CHEN, A. S.; EVANS, B. Methodological framework for analyzing cascading effects from flood events: The case of Sukhumvit area, Bangkok, Thailand. *Water*, v. 10, n. 1, p. 7-11, 2018.

HOBBIE, S. E.; GRIMM, N. B. Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, v. 375, n. 1794, 20190124, 2020.

HOCHSTETLER, K. Climate institutions in Brazil: three decades of building and dismantling climate capacity. *Environmental Politics*, v. 30, p. 49-70, 2021.

HORN, F.; ELAGIB, N. A. Building socio-hydrological resilient cities against flash floods: key challenges and a practical plan for arid regions. *Journal of Hydrology*, v. 564, p. 125-132, 2018.

HUANG, H.; YANG, H.; DENG, X.; ZENG, P.; LI, Y.; ZHANG, L.; ZHU, L. Influencing Mechanisms of Urban Heat Island on Respiratory Diseases. *Iranian Journal of Public Health*, v. 48, n. 9, p. 1636-1646, 2019.

HUNTER, R. F.; GARCIA, L.; DAGLESS, S.; HAINES, A.; PENNEY, T.; CLIFFORD ASTBURY, C.; WHITING, S.; WICKRAMASINGHE, K.; RACIOPPI, F.; GALEA, G.; KLUGE, H. H. P. The emerging syndemic of climate change and non-communicable diseases. *The Lancet Planetary Health*, v. 8, n. 7, e430-e431, 2024.

HYDE-SMITH, L.; ZHAN, Z.; ROELICH, K.; MDEE, A.; EVANS, B. Climate change impacts on urban sanitation: a systematic review and failure mode analysis. *Environmental Science & Technology*, v. 56, n. 9, p. 5306-5321, 2022.

IABLONOVSKI, G.; EVERS, H. Thirty years of vertical and horizontal expansion in Brazilian cities: characterization of the change in built volume using optical sensors and scatterometers. Porto Alegre: WRI Brasil, 2024.

IBGE. Censo Demográfico de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IBGE. População em áreas de risco no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE. De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes> Acesso em: 09 de abril de 2025.

IBGE. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

ICLEI. Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

ICLEI. Planejamento e gestão de sistemas e planos municipais para áreas protegidas e áreas verdes. São Paulo: ICLEI, 2022.

IAS. Adaptação e saneamento. São Paulo: IAS, 2025.

INSTITUTO CAMINHABILIDADE. As cidades brasileiras são boas para caminhar? Caos Planejado, 2024b.

ITDP. Adaptações climáticas. São Paulo: ITDP Brasil, 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Resumo para formuladores de políticas. In: MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PÖRTNER, H.-O.; ROBERTS, D.; SKEA, J.; SHUKLA, P. R.; PIRANI, A.; MOUFUOMA-OKIA, W.; PÉAN, C.; PIDCOCK, R.; CONNORS, S.; MATTHEWS, J. B. R.; CHEN, Y.; ZHOU, X.; GOMIS, M. I.; LONNOY, E.; MAYCOCK, T.; TIGNOR, M.; WATERFIELD, T. (eds.). Aquecimento global de 1,5°C: um relatório especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e caminhos de emissão de gases de efeito estufa relacionados, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça das mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza. Cambridge: Cambridge University Press, 2018. p. 3-24.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Mudanças climáticas 2014: Relatório de síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [CORE WRITING TEAM, R. K. PACHAURI; MEYER, L. A. (eds.)]. Genebra, Suíça: IPCC, 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Mudanças climáticas 2021: Bases científicas físicas. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Mudanças climáticas 2022 – Impactos, adaptação e vulnerabilidade: Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Resumo para formuladores de políticas. In: Climate Change 2023: Relatório de Síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Genebra, 2023. p. 1-34.

IPBES. Global assessment report of the Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In: BRONDIZIO, E. S.; SETTELE, J.; DÍAZ, S.; NGO, H. T. (Eds.). Bonn: IPBES Secretariat, 2019.

IDMC. About our data – Data Availability. Disponível em: <https://www.internal-displacement.org/monitoring-tools/>. Acesso em: 12 de dezembro de 2024.

IDMC. Global Report on Internal Displacement. Disponível em: <https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2024/>. Acesso em: 27 de março de 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MIGRATION (IOMDMC). Relatório Mundial sobre Migração. 2024c. Disponível em: <https://brazil.iom.int/sites/g/files/tmzbd11496/files/documents/2024-05/world-migration-report-2024.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MIGRATION (IOM). Pensando no amanhã, agindo hoje: o futuro da mobilidade climática. Genebra: IOM, 2023. Disponível em: <https://migration4development.org/sites/default/files/2023-10/Future%20of%20Climate%20Mobility%20Policy%20Paper%202023-compressed.pdf>. Acesso em: 27 de março de 2025.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). Soluções baseadas na natureza para enfrentar desafios sociais globais. Gland, Suíça: International Union for Conservation of Nature (IUCN), 2016. 17 p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/46191>. Acesso em: 03 de abril de 2025.

ISBELL, F. et al. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*, v. 526, n. 7574, p. 574–577, 2015.

ISLAM, M. R.; KHAN, N. A. Threats, vulnerability, resilience and displacement among the climate change and natural disaster-affected people in South-East Asia: an overview. *Journal of the Asia Pacific Economy*, v. 23, n. 2, p. 297–323, 2018.

JACOBI, P. R.; TRAVASSOS, L. R. F.C.; MOMM, S. Metropolitan Governance, Climate Change, Risks and Disasters. *Diálogos Socioambientais*, v. 3, n. 08, p. 8–10, 2020.

JACOBI, P. R. Desafios da governança ambiental urbana face à emergência climática. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, v. 23, n. 1, p. 9–20, 2023.

JARAMILLO, P.; NAZEMI, A. Assessing urban water security under changing climate: Challenges and ways forward. *Sustainable cities and society*, v. 41, p. 907–918, 2018.

JACOBS, J.; BEENAERTS, N.; ARTOIS, T. Green roofs and pollinators, useful green spots for some

wild bee species (Hymenoptera: Anthophila), but not so much for hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 1449, 2023.

JEMBERIE, M. A.; MELESSE, A. M.; ABATE, B. Urban Drainage: The Challenges and Failure Assessment Using AHP, Addis Ababa, Ethiopia. *Water*, v. 15, n. 5, p. 957, 2023.

JENKINS, K.; WARREN, R. Quantifying the impact of climate change on drought regimes using the standardized precipitation index. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 120, n. 1–2, p. 41–54, 2015.

JIANG, L.; O'NEILL, B. C. Global urbanization projections for the Shared Socioeconomic Pathways. *Global Environmental Change*, v. 42, p. 193–199, 2017.

JIM, C. Y. *Constraints to urban trees and their remedies in the built environment*. In: KONIJNENDIJK, C. C.; NIELSEN, A. B.; RANDRUP, T. B.; SCHIPPERIJN, J. (org.). Routledge handbook of urban forestry. Abingdon: Routledge, 2017. p. 273–290.

JOLY, C. A. The Kunming–Montréal global biodiversity framework. *Biota Neotropica*, v. 22, n. 04, p. e2022e001, 2022.

JONG, P.; TANAJURA, C. A. S.; SÁNCHEZ, A. S.; DARGAVILLE, R.; KIPERSTOK, A.; TORRES, E. A. Hydroelectric production from Brazil's São Francisco River could cease due to climate change and inter-annual variability. *Science of the Total Environment*, v. 634, p. 1540–1553, 2018.

JOYCE, A. L.; ÁLVAREZ, F. S.; HERNANDEZ, E. Forest coverage and socioeconomic factors associated with dengue in El Salvador, 2011–2013. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v. 21, n. 8, p. 602–613, 2021.

JUNQUEIRA, ALIVE; NUNES, ANA CAROLINA; SABINO, Leticia Leda. How to observe and evaluate public space with women to contribute to building safe and sustainable cities? *URBS: Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, v. 9, n. 1, p. 73–92, 2019.

KANOSVAMHIRA, T. P. Urban agriculture and the sustainability nexus in South Africa: Past, current, and future trends. *Urban Forum*, v. 35, n. 1, p. 83–100, 2024.

KAZAKIS, N.; KOUGIAS, I.; PATSIALLIS, T. Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: Application in Rhodope–Evros region, Greece. *Science of the Total Environment*, v. 538, p. 555–563, 2015.

KEATING, A.; CAMPBELL, K.; SZOENYI, M.; MCQUISTAN, C.; NASH, D.; BURER, M. Development and testing of a community flood resilience measurement tool. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 17, p. 77–101, 2017.

KENDAL, D.; DOBBS, C.; LOHR, V. I. Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to

support the 10/20/30 rule? *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 13, n. 3, p. 411-417, 2014.

KIM, H.; YOO, E. H.; SENDERS, A.; SERGI, C.; DODGE, H. H.; BELL, S. A.; HART, K. D. Heat waves and adverse health events among dually eligible individuals 65 years and older. *JAMA Health Forum*, v. 5, n. 11, e243884, 2024.

KIM, M.; SONG, K.; CHON, J. Key coastal landscape patterns for reducing flood vulnerability. *Science of The Total Environment*, v. 759, 143454, 2021.

KONIJNENDIJK, C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighborhoods: introducing the 3-30-300 rule. *Journal of Forestry Research*, v. 34, p. 821-830, 2023.

KONIJNENDIJK, C. The 3-30-300 rule for urban forestry and greener cities. *Biophilic Cities Journal*, v. 4, n. 2, p. 2, 2021.

KORPILO, S.; NYBERG, E.; VIERIKKO, K.; OJALA, A.; KASEVA, J.; LEHTIMÄKI, J.; RAYMOND, C. M. Landscape and soundscape quality promote stress recovery in nearby urban nature: a multisensory field experiment. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 95, p. 128286, 2024.

KOVÁŘ, P.; PELIKÁN, M.; HEŘMANOVSKÁ, D.; VRANA, I. How to Reach a Compromise Solution on Technical and Non-Structural Flood Control Measures. *Soil & Water Research*, v. 9, n. 4, 2014.

KRISAN, E. Identifying and assessing the main categories of key performance indicators for nature-based solutions project monitoring. *Cognitive Sustainability*, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2022.

KRUTILLA, K.; HYDE, W. F.; BARNES, D. Periurban deforestation in developing countries. *Forest Ecology and Management*, v. 74, n. 1-3, p. 181-195, 1995.

KUMAR, R. et al. Water biodiversity: ecosystem services, threats, and conservation. *Biodiversity and Bioeconomy*, p. 347-380, 2024.

KUNDZEWICZ, Z. W.; BUDHAKOONCHAROEN, S.; BRONSTERT, A.; HOFF, H.; LETTENMAIER, D.; MENZEL, L.; SCHULZE, R. Coping with variability and change: floods and droughts. *Natural Resources Forum*, v. 26, n. 4, p. 263-274, 2002.

KUO, M. How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and a possible central pathway. *Frontiers in Psychology*, v. 6, p. 1093, 2015.

LACERDA, L. G.; SANTORO, P. F.; ALHO, I. B.; BRITO, G. A. D. S.; HARKOT, M. K. Despossessão, violências e a potência transformadora: um olhar interseccional sobre as remoções. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 24, e202231pt, 2022.

LANGEMEYER, J.; BARÓ, F. Nature-based solutions as nodes of green-blue infrastructure networks: A cross-scale, co-creation approach. *Nature-Based Solutions*, v. 1, 100006, 2021.

LALONDE, M.; DRENKHAN, F.; RAU, P.; BAIKER, J.; BUYTAERT, W. Scientific evidence of the hydrological impacts of nature-based solutions at the catchment scale. *Wiley Interdisciplinary Reviews Water*, v. 11, n. 5, 2024.

LAZZATI, S.; DDIBA, D.; MACURA, B.; SANITATION AND WATER FOR ALL SECRETARIAT. Integrating sanitation and climate change in national level policy frameworks. SEI Report. Stockholm: Stockholm Environment Institute, 2024.

LEAL FILHO, W.; BALOGUN, A.-L.; OLAYIDE, O. E.; AZEITEIRO, U. M.; AYAL, D. Y.; MUÑOZ, P. D. C.; NAGY, G. J.; BYNOE, P.; OGUGE, O.; TOAMUKUM, N. Y.; SAROAR, M.; LI, C. Assessing the impacts of climate change in cities and their adaptive capacity: towards transformative approaches to climate change adaptation and poverty reduction in urban areas in a set of developing countries. *Science of The Total Environment*, v. 692, p. 1175-1190, 2019.

LEAL FILHO, W.; MODESTO, F.; NAGY, G. J.; SAROAR, M.; YANNICKTOAMUKUM, N.; HA'APIO, M. Fostering coastal resilience to climate change vulnerability in Bangladesh, Brazil, Cameroon and Uruguay: a cross-country comparison. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 23, n. 4, p. 579-602, 2018.

LEHMANN, S. Growing biodiverse urban futures: Renaturalization and rewilding as strategies to strengthen urban resilience. *Sustainability*, v. 13, n. 5, p. 2932, 2021.

LEIGH, N.; LEE, H. Sustainable and resilient urban water systems: the role of decentralization and planning. *Sustainability*, v. 11, n. 3, p. 918, 2019.

LEITE, C.; SANCHES, A.; CARMO, I. Climate justice and urban infrastructures: reflections and proposals for the city we want. São Paulo: Pólis Institute, 2023.

LEMO, L. L.; HARKOT, M. K.; SANTORO, P. F.; RAMOS, I. B. Mulheres, por que não pedalam? Por que há menos mulheres do que homens usando bicicleta em São Paulo, Brasil?. *Revista Transporte y Territorio*, n. 16, p. 68-92, 2017.

LEMO, M. F. Adaptação de cidades para mudança climática: uma metodologia de análise para os planos diretores municipais. In: ALVIM, A. T. B.; RUBIO, V. M. (Eds.). Sustentabilidade em projetos para urbanização de assentamentos precários no Brasil. São Paulo: Manole, 2022.

LEONELLI, G. C. V.; CAMPOS, E. F. R. Leis expansivas para a expansão urbana: Campinas sem limites. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Urbano*, v. 10, p. 36-48, 2018.

LEY, D.; GILMORE, E.; LEMO, M. F.; BERTOLDI, P.; AZAR, E. Feasibility Assessment. In: The Climate Technology Progress Report 2024: Unleashing Renewable Energy for Ambitious NDCs. UN Environment Programme - UNEP, 2024.

- LI, C. Hidden benefits of electric vehicles for addressing climate change. *Scientific Reports*, v. 5, n. 9213, 2015.
- LIBERTUN DE DUREN, N. R. The social housing burden: comparing households at the periphery and the center of cities in Brazil, Colombia, and Mexico. *International Journal of Housing Policy*, v. 18, n. 2, p. 177-203, 2018.
- LIBERTUN DE DUREN, N. R.; RIVAS, R. O.; PERLMAN, J. Environmental and Social Sustainability of Urban Upgrading Programs: Lessons from Rio. *Cities*, v. 119, p. 103416, 2021.
- LIMA, G. N.; FONSECA-SALAZAR, M. A.; CAMPO, J. Urban growth and loss of green spaces in the metropolitan areas of São Paulo and Mexico City: effects of land-cover changes on climate and water flow regulation. *Urban Ecosystems*, v. 26, n. 6, p. 1739-1752, 2023.
- LIMA, G. N.; LOMBARDO, M. A.; MAGAÑA, V. Urban water supply and the changes in the precipitation patterns in the Metropolitan Area of São Paulo - Brazil. *Applied Geography*, v. 94, p. 223-229, 2018.
- LIMA, L. O.; ANDRADE, F. N.; FICO, B. V. Nota Técnica nº 37. Índices de Áreas Verdes do Município do Rio de Janeiro, 2018.
- LIN, P. S.; LIU, W. L.; CHEN, C. D.; WEN, T. H.; CHEN, C. H.; CHEN, L. W.; KUNG, Y. H. Micro-scale urbanization-based risk factors for dengue epidemics. *International Journal of Biometeorology*, v. 68, n. 1, p. 133-141, 2024.
- LIU, Z.; CHEN, X.; CUI, H.; MA, Y.; GAO, N.; LI, X.; LIU, Q. Green space exposure on depression and anxiety outcomes: a meta-analysis. *Environmental Research*, v. 231, 116303, 2023.
- LIU, J.; SUN, L.; TIAN, Z.; YE, Q.; WU, S.; ZHANG, S. Editorial: nature-based solutions for urban water management. *Frontiers in Environmental Science*, v. 11, 2023.
- LOCOSSELLI, G. M.; MIYAHARA, A. A. L.; CERQUEIRA, P.; BUCKERIDGE, M. S. Climate drivers of tree fall on the streets of São Paulo, Brazil. *Trees*, v. 35, p. 1807-1815, 2021.
- LOKATIS, S.; JESCHKE, J. M. Urban biotic homogenization: Approaches and knowledge gaps. *Ecological Applications*, v. 32, n. 8, e2703, 2022.
- LOMBA-FERNÁNDEZ, C.; HERNANTES, J.; LABAKA, L. Guide for climate-resilient cities: An urban critical infrastructures approach. *Sustainability*, v. 11, n. 17, p. 4727, 2019. MA, Y.; JIANG, Y.; SWALLOW, S. China's sponge city development for urban water resilience and sustainability: A policy discussion. *Science of The Total Environment*, v. 729 729, n. 1, 139078, 2020.
- LÜTTGE, U.; BUCKERIDGE, M. Trees: structure and function and the challenges of urbanization. *Trees*, v. 37, p. 1-8, 2020.
- MA, X.; ZHANG, L.; GUO, M.; ZHAO, J. The effect of various urban design parameter in alleviating urban heat island and improving thermal health - a case study in a built pedestrianized block of China. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 28, n. 29, p. 38406-38425, 2021.
- MAAS, J.; VERHEIJ, R. A.; GROENEWEGEN, P. P.; DE VRIES, S.; SPREEUWENBERG, P. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *J. Epidemiol Community Health*, v. 60, p. 587-592, 2006.
- MACEDO, L. S. V.; JACOBI, P. R. Subnational politics of the urban age: evidence from Brazil on integrating global climate goals in the municipal agenda. *Palgrave Communications*, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2019.
- MACHADO, H. A.. Capturing the land value to finance climate change mitigation and adaptation strategies in Belo Horizonte, Brazil. Columbia University, 2025.
- MACHADO, H. A.; ZOLA, J.; FLORENCE, L.; ALVES, E. M.; FONTANA, L.; MUSUMECI, L. (Eds.). Climate Emergency and Cities. São Paulo: Editora Escola da Cidade, 2023.
- MACKRES, E.; WONG, T.; NULL, S.; CAMPOS, R.; MEHROTRA, S. What we know and what we don't know about the future of extreme heat in cities. World Resources Institute Brazil, 2023.
- MAIA, M.; SERAFIM, L.; ALVES, E. Implementation of a Climate Policy Monitoring System in Brazil: Political Challenges for Coordination on Multilevel Governance Arrangements. *Brazilian Political Science Review*, v. 18, n. 2, p. e0007, 2024.
- MAÏGA, W. E. et al. A systematic review of employment outcomes from youth skills training programs in agriculture in low-and middle-income countries. *Nature Food*, v. 1, n. 10, p. 605-619, 2020.
- MAKING CITIES RESILIENT 2030 (MCR2030). Disponível em: <https://mcr2030.undrr.org/>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.
- MALCOLM, A.; FORD, J. D.; GRADY, C.; JOE, E. T.; KIRCHHOFF, C. J.; LESNIKOWSKI, A.; ALVERIO, G. N.; NIELSEN, M.; ORLOVE, B.; PENTZ, B.; RECKIEN, D.; SIDERS, A. R.; ULIBARRI, N.; VAN AALST, M.; ABU, T. Z.; AGRAWAL, T.; BERRANG-FORD, L.; KERR, R. B.; COGGINS, S.; GARSCHAGEN, M.; HARDEN, A.; MACH, K. J.; NUNBOGU, A. M.; SPANDAN, P.; TEMPLEMAN, S.; TUREK-HANKINS, L. L. Equity in human adaptation-related responses: a systematic global review. *One Earth*, v. 4, p. 1454-1467, 2021.
- MALERONKA, C. Caminhos para financiar cidades integradas: orientações para gestão municipal: outras fontes de recursos para a política urbana. Brasília: Ministério das Cidades; Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável Brasil-Alemanha, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/noticia-mcid-n-949/caminhosparafinanciaridadesintegradas.pdf>. Acesso em: 9 de abril de 2025.

MAPBIOMAS. Destaques do mapeamento anual das áreas urbanizadas no Brasil entre 1985 e 2021. MapBiomass, 2022a.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomass – Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 e 2022. MapBiomass, 2022b.

MARANDO, F. et al. Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustainable Cities and Society*, v. 77, p. 103564, 2022.

MARENCO, A.; ABULATIF, L.; BRUXEL, M. Planejamento urbano: uma condição para cidades sustentáveis. Nexo Jornal, Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/planejamento-urbano-condicao-para-cidades-sustentaveis>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

MARENGO, J. A.; JONES, R.; ALVES, L. M.; VALVERDE, M. C. Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *International Journal of Climatology*, v. 29, p. 2241-2255, 2009.

MARENGO, J. A.; GALDOS, M. V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A. P.; MARIN, F. R.; VIANNA, M. D. S.; ALVALA, R. C. S.; ALVES, L. M.; MORAES, O. L.; BENDER, F. Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. *Climate Resilience and Sustainability*, v. 1, n. 1, e17, 2022a.

MARENGO, J. A.; NUNES, L. H.; SOUZA, C. R. G.; HOSOKAWA, E. K.; PEDRO, G. R.; HARARI, J.; MOREIRA, P. F.; FRANCO, P. L.; BANDINI, M. P.; GARCIA, P. D.; GIRELI, T. Z. Risk management and vulnerability to sea level rise in Brazil, with emphasis to the legacy of the Metropole Project in Santos. *Derbyana*, v. 43, e768, 2022b.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil – past, present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.

MARETTI, C. C. Áreas protegidas e a gestão de seus sistemas. In: MARETTI, C. C.; FURLAN, S. A.; IRVING, M. A. Conservação colaborativa em áreas protegidas: um novo paradigma de gestão?. Curso de Extensão. São Paulo: Departamento de Geografia, FFLCH, USP, 2021.

MARETTI, C. C. Abordagens expandidas para áreas protegidas e conservadas; ativos centrais para o desenvolvimento sustentável de paisagens, territórios e cidades. ICLEI WORLD CONGRESS 2024. São Paulo: 2024a.

MARETTI, C. C. Cidades Verdes Resilientes: articulações integrativas – sistemas de áreas verdes e azuis, protegidas e conservadas, para enfrentar a emergência climática e promover saúde e bem-estar. Oficina Científica Cidades Verdes Resilientes, Recife, 2024b.

MARETTI, C. C. Construindo pontes entre unidades de conservação e saúde; áreas protegidas e a promoção do bem-estar. Apresentação no 7º

Fórum Latino-Americano de Qualidade e Segurança em Saúde: muito além do ESG, 14 set. 2022, São Paulo, SP. São Paulo: Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein, 2022.

MARETTI, C. C.; AYDOS, B. B.; FERRAZ, V. B.; GUIRAO, Â. C.; ECHEVERRI, J.; THOMAZIELLO, S. A.; IRVING, M. A. Local Systems of Protected, Conserved and Green (and Blue) Areas: conceptual framework and relevance. In: OVIEDO, A. F. P.; BENSUSAN, N. (Eds.). *How to protect when the rule is to destroy*. Brasília: Mil folhas, p. 239-261, 2022.

MARETTI, C. C.; FURLAN, S. A.; IRVING, M. A.; NASRI, Y. X. G.; RODRIGUES, C. G. O.; BARROS AYDOS, B.; MARTINS dos SANTOS, R.; GUIMARÃES, E.; MARINELLI, C. E.; FUKUDA, J. C.; GUIRAO, Â. C.; CARDOSO, L. R.; OLIVEIRA, E.; MORAES, E. A.; FERNANDES-PINTO, É.; TIBURCIO, A. C.; CHAMY P. da COSTA, P.; RAIMUNDO, S. Collaborative conservation for inclusive, equitable, and effective systems of protected and conserved areas – Insights from Brazil. *Sustainability*, v. 15, n. 24, p. 16609, 2023.

MARETTI, C. C.; SIMÕES, J. F. Analysis of the Legal Context and Policies Implementation in Brazil. Brasília: Institute for Society, Population and Nature, 2020.

MARTINS, A. P.; RIBEIRO, A. P.; FERREIRA, M. L.; MARTINS, M. A. G.; NEGRI, E. M.; SCAPIN, M. A.; SAIKI, M.; SALDIVA, P. H.; LAFORTEZZA, R. Infraestrutura verde para monitorar e minimizar os impactos da poluição atmosférica. *Estudos Avançados*, v. 35, p. 31-57, 2021.

MARQUES, E.; RODRIGUES, L. O Programa Minha Casa Minha Vida na metrópole paulistana: atendimento habitacional e padrões de segregação. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 15, n. 2, p. 159, 2013.

MARQUES, T. H. N.; RIZZI, D.; FERRAZ, V.; HERZOG, C. P. Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru. *Revista LABVERDE*, v. 11, n. 1, p. 12-49, 2021.

MARTINS, A. N.; ROCHA, A. Risk and resilient architectural practices in informal settlements – the role of NGOs. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, v. 10, n. 4, p. 276-288, 2019.

MATARAZZO, G.; QUINTÃO, F.; SERVA, M. To watch or to educate: Environmental governance as an experiment. Public Administration and Social Management, 2021.

MCDONALD, R. I.; MARCOTULLIO, P. J.; GÜNERALP, B. Urbanization and global trends in biodiversity and ecosystem services. In: Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities: a global assessment, 2013.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, v. 127, n. 3, p. 247-260, 2006.

- MCPHEARSON, T.; KARKI, M.; HERZOG, C.; SANTIAGO FINK, H.; ABBADIE, L.; KREMER, P.; CLARK, C. M.; PALMER, M. I.; PERINI, K. Urban ecosystems and biodiversity. In: ROSENZWEIG, C. et al. (Ed.). *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. New York: Cambridge University Press, 2018.
- MCPHILLIPS, L. et al. Nature-based solutions as critical urban infrastructure for water resilience. In: *Nature-Based Solutions for Cities*, p. 146-166, 2023.
- MEDEIROS, G.; TRESMONDI, A.; QUEIROZ, B.; FENGLER, F.; ROSA, A.; FIALHO, J.; RIBEIRO, A. Water quality, pollutant loads, and multivariate analysis of the effects of sewage discharges into urban streams of southeast Brazil. *Energy Ecology and Environment*, v. 2, n. 4, p. 259-276, 2017.
- MEDEIROS, José Marcelo Martins. Parques lineares ao longo de corpos hídricos urbanos. Brasília: Universidade de Brasília, 2016.
- MEDELLÍN CITY COUNCIL. Ecological Corridors for Birdlife Program. Medellín: Secretaría de Medio Ambiente, 2015.
- MEHROTRA, S.; ZUSMAN, E.; BAIPAI J. N.; FEDIRKO, L.; JACOB, K.; REPLOGLE, M.; WOUNDY, M.; YOON, S.. Urban transportation. In: ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W. D.; ROMERO-LANKAO, P.; MEHROTRA, S.; DHAKAL, S.; IBRAHIM, S. A. (Eds.). *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press, 2018.
- MENDES, A. T.; SANTOS, G. R. D. Planejamento e gestão da drenagem e manejo sustentável de águas de chuva no Brasil: lacunas e situação dos municípios. *Boletim Regional Urbano e Ambiental*, v. 29, pp. 99-109, 2023.
- MENDES, A. T.; SANTOS, G. R. Drenagem e manejo sustentável de águas pluviais urbanas : o que falta para o Brasil adotar?. Rio de Janeiro: IPEA, 2022.
- MENDONÇA, J. G.; ANDRADE, L. T.; DINIZ, C. D. B.; MAGALHÃES, F. N. C.; MIRANDA, G. M.; SILVA, H.; TONUCCI FILHO, J. B. M.; CRUZ, M. M.; VELLOSO, R. C. L. Entre o espaço abstrato e o espaço diferencial: ocupações urbanas em Belo Horizonte. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 26, n. 2, p. 1-20, 2024.
- MESTRE, N.; ROIG, E.; ALMESTAR, M. Beyond nature-based rhetorics: A prospect on the potentials of redundancy in ecology-oriented design. *Sustainability*, v. 13, n. 23, 13293, 2021.
- MIGUEZ, M. G.; GOMES, M. V. R.; AMBACK, B. C.; MELLO NETO, H. de; THOMAZ, F. R.; MATTOS, R. R. de; VERÓL, A. P.; SOUSA, M. M. de; REZENDE, O. M.; MAGALHÃES, P. C. Conceptual framework to incorporate drainage solutions in the urban open space system. *Frontiers in Water*, v. 6, 1468975, 2024.
- MIGUEZ, M. G.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P. City growth and urban drainage alternatives: sustainability challenge. *Journal of Urban Planning and Development*, v. 141, n. 3, 4014026, 2015.
- MIKHAEL, G.; HYDE-SMITH, L.; TWYMAN, B.; TRANCÓN, D. S.; JABAGI, E.; BAMFORD, E. Climate Resilient Urban Sanitation: Accelerating the Convergence of Sanitation and Climate Action. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Resilient Cities Network, 2021.
- MILHORANCE, C.; HOWLAND, F.; SABOURIN, E.; LE COQ, J. F. Tackling the implementation gap of climate adaptation strategies: understanding policy translation in Brazil and Colombia. *Climate Policy*, v. 22, n. 9-10, p. 1113-1129, 2022.
- MILLINGTON, N. Linear parks and the political ecologies of permeability: Environmental displacement in São Paulo, Brazil. *International Journal of Urban and Regional Research*, v. 42, n. 5, p. 864-881, 2018.
- MIRALLES-WILHELM, F. Nature-based solutions in agricultural landscapes for reducing tradeoffs between food production, climate change, and conservation objectives. *Frontiers in Water*, v. 5, 2023.
- MIRANDA, F.; FRANCO, A. B.; REZENDE, O.; DA COSTA, B. B. F.; NAJJAR, M.; HADDAD, A. N.; MIGUEZ, M. A GIS-based index of physical susceptibility to flooding as a tool for flood risk management. *Land*, v. 12, n. 7, p. 1408, 2023.
- MISHRA, A.; KUMAR, S.; SINGH, R. Green Bonds and Sustainable Finance. *Journal of Environmental Economics*, v. 45, n. 3, p. 123-145, 2023a.
- MISHRA, S. P.; KUMAR, R.; ROUT, J. An overview of green, social, sustainability, and sustainability-linked (GSSS) bonds. *Journal of Social and Economic Development*, v. 25, n. 1, p. 127-145, 2023b.
- MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA (MJ). Fundo de Defesa de Direitos Difusos (FDD). 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mj/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/consumidor/fundo-de-defesa-de-direitos-difusos>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS (MMA). Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA). 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/secex/dfre/fundo-nacional-do-meio-ambiente>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.
- MOHAMMADZADEH-HABILI, J.; KHALILI, D. Assessment of artificial recharge dams and improvement of their groundwater-recharge capacity. *Journal of Hydrologic Engineering*, v. 25, n. 5, 04020011, 2020.
- MONIZ, D.; SANT'ANA, D. Green infrastructure as a nature-based solution for mitigating impacts on urban drainage in São Paulo: a mapping of the literature. *Journal of Sustainable Technology & Management*, v. 3, n. 8, p. 173-186, 2024.

- MONTE-MÓR, R. Extensive urbanization and settlement logics: an environmental perspective. In: SANTOS, M.; SOUZA, M.; SILVEIRA, M. (Org.). *Território, globalização e fragmentação*. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1994.
- MONTEIRO DOS SANTOS, D.; LIBONATI, R.; GARCIA, B. N.; GEIRINHAS, J. L.; SALVI, B. B.; LIMA E SILVA, E. et al. Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. *PLoS ONE*, v. 119, n. 1), e0295766, 2024.
- MORAES, S. L.; ALMENDRA, R.; BARROZO, L. V. Impact of heat waves and cold spells on cause-specific mortality in the city of São Paulo, Brazil. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 239, p. 113861, 2022.
- MOREIRA, S. What is tactical urbanism? ArchDaily Brazil, 2019.
- MORENO, R. D. S.; BRAGA, D. R. G. C.; XAVIER, L. F. Socio-Ecological Conflicts in a Global South Metropolis: Opportunities and Threats of a Potential Greenway in the São Paulo Metropolitan Region. *Frontiers in Sustainable Cities*, v. 3, 2021a.
- MORENO, C.; ALLAM, Z.; CHABAUD, D.; GALL, C.; PRATLONG, F. Introducing the "15-Minute City": sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities*, v. 4, n. 1, p. 93-111, 2021b.
- MORETTI, J. A., CAVALCANTI, E. R., BRASIL, A. B., MORETTI, R. D. S. Occupation of vacant buildings in central districts by social movements as a means to deal with climate change in an inclusive way: the cases of cities São Paulo and Natal. *Environment and Urbanization*, v. 36, n. 1, p. 33-52, 2024.
- MORO, M. F.; CASTRO, A. S. F. A check list of plant species in the urban forestry of Fortaleza, Brazil: where are the native species in the country of megadiversity? *Urban Ecosystems*, v. 18, p. 47-71, 2015.
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (MPO). Bancos Multilaterais de Desenvolvimento. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/assuntos-internacionais-e-desenvolvimento/bancos-multilaterais-de-desenvolvimento>. Acesso em: 17 de novembro de 2024.
- MOTTA, R.S.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; SARMIENTO GUTIERREZ, M. B. (Eds.). *Climate change in Brazil: economic, social and regulatory aspects*. Brasília: Ipea, 2011.
- MOURA, A. S. Socio-environmental Goods and Services Tax: institutional incentives and environmental legislation in Brazil. *Journal of Public Administration*, v. 49, p. 165-187, 2015.
- MUGGAH, R. The invisible displaced: A unified conceptualization of population displacement in Brazil. *Journal of Refugee Studies*, v. 28, n. 2, p. 222-237, 2015.
- MUÑOZ, L. S.; DUARTE, D. H. S. Green infrastructure as a planning tool: a comprehensive systematization of urban redesign strategies to increase vegetation within public places. *Cities*, v. 156, p. 105551, 2025.
- MUNTÓ, A. El caso de la cooperativa autogestiva "El Molino". *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, v. 8, n. 1, p. 62-85, 2018.
- NARZETTI, D. A.; MARQUES, R. C. Access to water and sanitation services in Brazilian vulnerable areas: The role of regulation and recent institutional reform. *Water*, v. 13, n. 6, 2021.
- NATUR, S.; DAMRI, O.; AGAM, G. The effect of global warming on complex disorders (mental disorders, primary hypertension, and type 2 diabetes). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 15, p. 9398, 2022.
- NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R.; OMETTO, J. P. H. B. Evolution and challenges in urban solid waste management in Brazil. *Revista Ambiente & Água*, v. 10, n. 4, 2015.
- NATURE4CLIMATE. Nature4Climate Fund. 2024.
- NATURE. Politics and the environment collide in Brazil: Lula's first year back in office. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-023-04042-x>. Acesso em: 11 de dezembro de 2024.
- NIEMELÄ, J. Ecology of urban green spaces: The way forward in answering major research questions. *Landscape and Urban Planning*, v. 125, p. 298-303, 2014.
- NEW YORK CITY. NYC Mayor's Office of Climate & Environmental Justice. PlaNYC: Getting Sustainability Done, 2023.
- NEWMAN, P.; KENWORTHY, J. Cities and automobile dependence: An international sourcebook. Aldershot: Gower Publishing, 1995.
- NIELSEN, A. B. et al. Species richness in urban parks and its drivers: A review of empirical evidence. *Urban Ecosystems*, v. 17, p. 305-327, 2014.
- NIEUWENHUIJSEN, M. J. Climate crisis, cities, and health. *The Lancet*, v. 404, n. 10463, p. 1693-1700, 2024.
- NILSON, E. A. F.; ANDRADE, R. D. C. S.; BRITO, D. A. D.; OLIVEIRA, M. L. D. Custos atribuíveis à obesidade, hipertensão e diabetes no Sistema Único de Saúde, Brasil, 2018. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 44, e32, 2020.
- NOBRE, E. A. C. Implementation of real estate value capture in cities of the Global South: evaluation of the experience of the city of São Paulo. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 25, n. 1, p. 1-27, 2023.
- NOGUEIRA, F. R.; OLIVEIRA, V. E. D.; CANIL, K. Regional public policies for risk management: the

- implementation process in ABC, SP. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, p. 177-194, 2014.
- NOVOTNY, W.; AHERN, J.; BROWN, P. Water Centric Sustainable Communities: planning, retrofitting, and building the next urban environment. New Jersey, 2010.
- NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Espaços Livres e qualidade de vida urbana. *Paisagem e Ambiente: Ensaios*, n. 11, p. 277-288, 1998.
- NÚÑEZ COLLADO, J. R.; WANG, H.H. Slum upgrading and climate change adaptation and mitigation: lessons from Latin America. *Cities*, v. 104, 102791, 2020.
- OBSERVATÓRIO DO CLIMA. SEEG Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 15 de abril de 2025.
- OECD. Climate change adaptation: Policies for a resilient future. OECD Net Zero+ Policy Papers, n. 3. Paris: OECD Publishing, 2024.
- OH, J.; KIM, E.; KWAG, Y.; AN, H.; KIM, H. S.; SHAH, S.; LEE, J. H.; HA, E. Heat wave exposure and increased heat-related hospitalizations in young children in South Korea: A time-series study. *Environmental Research*, v. 241, 117561, 2024.
- OJIMA, R. Pessoas, Prédios e Ruas: Por Uma Perspectiva Demográfica dos Processos Urbanos Contemporâneos In: OJIMA, R.; MARANDOLA Jr, E. Dispersão urbana e mobilidade populacional. São Paulo: Edgard Blücher, 2016.
- OJO, B. Financing Floating and Amphibious Technologies. *Journal of Urban Resilience*, v. 12, n. 2, p. 45-60, 2024a.
- OJO, B. Resilience and sustainability of supply chains in the face of natural disasters and climate change. *International Journal of Science and Research Archive*, v. 12, n. 1, p. 2996-3007, 2024b.
- OLIVER, T. H. et al. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 30, n. 11, p. 673-684, 2015.
- OLIVEIRA, F. O Estado e o urbano no Brasil. *Espaço e Debates*, São Paulo, v. 6, p. 36-54, 1982.
- OLIVEIRA, J. A. P. et al. Innovations in Urban Green and Blue Infrastructure: Tackling local and global challenges in cities. *Journal of Cleaner Production*, v. 362, 132355, 2022.
- LAVOREL, S. et al. Templates for multifunctional landscape design. *Landscape Ecology*, p. 1-22, 2022.
- OLIVEIRA, S. Fortaleza não usará asfalto em novas vias, só piso intertravado, diz Secretário de Infraestrutura. 2022. O Povo, Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2022/11/09/fortaleza-nao-usara-asfalto-em-novas-vias-so-piso-intertravado-diz-secretario-de-infraestrutura.html>. Acesso em: 16 de abril de 2025.
- OLIVEIRA, N. C.; ALBUQUERQUE, J. F.; SILVA, M. W. N.; DALMAS, F. B.; PORTES, L. A. Green areas as promoters of health, leisure and physical activity: a systematic review. *Journal of Environmental Management & Sustainability*, v. 11, n. 2, e22938-e22938, 2022.
- OLIVEIRA, N. C.; BALIKIAN JÚNIOR, P.; JÚNIOR, A. T. D. C.; BENTO, E. D. S.; TONHOLO, J.; AQUINO, T.; FERREIRA, M. L. Environmental planning and non-communicable diseases: a systematic review on the role of the metabolomic profile. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 14, p. 6433, 2023.
- OLIVEIRA, S. M. S.; ANDRADE, M. F. Heat islands and the urban climate. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Org.). Tempo, clima e desastres naturais. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- OLIVEIRA, A. K.; MAGALHÃES, P. C.; REZENDE, O. M.; SOUSA, M. M.; MARQUES, R. H. M. MIGUEZ, M. G.. MODCEL-MHUS: a comprehensive multilayer hydrodynamic unified simulation for stormwater, sanitary sewer systems, and urban surface. *Water Science and Technology*, v. 90, n. 1, p. 190-212, 2024.
- O'NEILL, B.; VAN AALST, M.; IBRAHIM, Z. Z.; BERRANG-FORD, L.; BHADWAL, S.; BUHAUG, H.; DIAZ, D.; FRIELER, K.; GARSCHAGEN, M.; MAGNAN, A.; MIDGLEY, G.; MIRZABAEV, A.; THOMAS, A.; WARREN, R. Key risks across sectors and regions. In: PÖRTNER, H.-O.; ROBERTS, D. C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E. S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. (Eds.). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- UK and New York, NY, USA, ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Blended Finance: Mobilizing Resources for Sustainable Development and Climate Action in Developing Countries. Paris: OECD Publishing, 2018.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global Status Report on Road Safety. 2018.
- ORLOVE, B.; SHERPA, P.; DAWSON, N.; ADELEKAN, I.; ALANGUI, W.; CARMONA, R.; COEN, D.; NELSON, M. K.; REYES-GARCÍA, V.; RUBIS, J.; SANAGO, G.; WILSON, A. Placing diverse knowledge systems at the core of transformative climate research. *Ambio*, v. 52, n. 9, p. 1431-1447, 2023.
- PAQUETTE, A.; SOUSA-SILVA, R.; MAURE, F.; CAMERON, E.; BELLUAU, M.; MESSIER, C. Praise for diversity: A functional approach to reduce risks in urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 62, p. 127157, 2021.
- PAUW, W. P.; CASTRO, P.; PICKERING, J.; BHASIN, S. Conditional nationally determined contributions in the Paris Agreement: foothold for equity or Achilles heel? *Climate policy*, v. 20, n. 4, p. 468-484, 2020.

PELLING, M. and GARSCHAGEN, M. Put equity first in climate adaptation. *Nature*, v. 569, p. 327-329, 2019.

PERKINS, P. E. Climate justice, commons, and degrowth. *Ecological Economics*, v. 160, p. 183-190, 2019.

PINTO, J.; DE CASTRO, B. S. Climate disasters and the coordination of municipal public policies, the case of the Rio de Janeiro-Brazil Operations Center. *Territorium*, n. 29, p. 111-121, 2022.

PLATE, E. J. Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology*, v. 267, p. 2-11, 2002.

POMBO, Riciane M. Reis; JACOBI, Pedro Roberto. SBN - Solutions based on which Nature? *Diálogos Socioambientais*, v. 7, n. 19, p. 49-53, 2024.

PONTES, I. M. Intervenções em ambientes fluviais urbanos: análise do Projeto do Canal Cheong Gye, Seul. 2024. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2024.

POULSEN, M. N. et al. A systematic review of urban agriculture and food security impacts in low-income countries. *Food Policy*, v. 55, p. 131-146, 2015.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (PCRJ). Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/12937849/4337195/PDSCOMPLETO_0406_errata_09062021compactado.pdf. Acesso em: 19 de dezembro de 2024.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (PCRJ). Monitoramento das emissões de gases de efeito estufa na cidade do Rio de Janeiro 2012 a 2017: apresentação dos resultados (junho/2019). Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.data.rio/documents/PCRJ::monitoramento-das-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-da-cidade-do-rio-de-janeiro-2012-a-2017-apresentacao-dos-resultados-junho-2019/explore>. Acesso em: 10 de abril de 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (PMBH). 8º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Belo Horizonte: PMBH, 2023. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/8o-inventario-de-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa>. Acesso em: 09 de abril de 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA (PMF). 4º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Versão II – Atualizado em novembro de 2021. Fortaleza: PMF, 2021. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/NOVO_Planilha%20sintese%20InventArio%202021\(2\).pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/NOVO_Planilha%20sintese%20InventArio%202021(2).pdf). Acesso em: 09 de abril de 2025.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO (PMSP). Inventário de emissões de gases de efeito estufa no município de São Paulo: 2010-2018. Secretaria

do Verde e do Meio Ambiente. São Paulo, 2022. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/Invent%C3%A1rio%20GE E%202010-2018%20-%20vers%C3%A3o%20final\(1\).pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/Invent%C3%A1rio%20GE E%202010-2018%20-%20vers%C3%A3o%20final(1).pdf). Acesso em: 19 de dezembro de 2024.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO (PMSP). Síntese do inventário de gases de efeito estufa do Município de São Paulo. São Paulo: PMSP, 2021. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/NOVO_Planilha%20sintese%20InventArio%202021\(2\).pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/NOVO_Planilha%20sintese%20InventArio%202021(2).pdf). Acesso em: 09 de abril de 2025.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO (PMSP). Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Licenciamento. Mobilidade das mulheres na cidade de São Paulo. Informes Urbanos, n. 25, 12 dez. 2016. Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/licenciamento/w/desenvolvimento_urbano/dados_estatisticos/informe_s_urbanos/253815. Acesso em: 07 de fevereiro de 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR (PMS). Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Salvador – PlanMob Salvador. Salvador: Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana, 2017. Disponível em: <https://planmob.salvador.ba.gov.br/index.php/15-planmob>. Acesso em: 19 de dezembro de 2024.

PRICE, M. F. Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. *Biological Conservation*, v. 114, p. 308-309, 2003.

QI, Y.; CHAN, F. K. S.; O'DONNELL, E. C.; FENG, M.; SANG, Y.; THORNE, C. R.; GRIFFITHS, J.; LIU, L.; LIU, S.; ZHANG, C.; LI, L.; THADANI, D. Exploring the Development of the Sponge City Program (SCP): The Case of Gui'an New District, Southwest China. *Frontiers in Water*, v. 3, 676965, 2021.

QIU, G. Y.; ZOU, Z.; LI, X.; LI, H.; GUO, Q.; YAN, C.; TAN, S. Experimental studies on the effects of green space and evapotranspiration on urban heat island in a subtropical megacity in China. *Habitat International*, v. 68, p. 30-42, 2017.

QIU, J. et al. Scale up urban agriculture to leverage transformative food systems change, advance social-ecological resilience and improve sustainability. *Nature Food*, v. 5, n. 1, p. 83-92, 2024.

QUANDT, A.; O'SHEA, B.; OKE, S.; OLOLADÉ, O. O. Policy interventions to address water security impacted by climate change: adaptation strategies of three case studies across different geographic regions. *Frontiers in Water*, v. 4, 935422, 2022.

QUINN, A. D.; FERRANTI, E. J. S.; HODGKINSON, S. P.; JACK, A. C. R.; BECKFORD, J.; DORA, J. M. Adaptation becoming business as usual: a framework for climate-change-ready transport infrastructure. *Infrastructures*, v.3, n.2, p.10, 2018.

RAHMAN, M. A.; PAWIJIT, Y.; XU, C.; MOSER-REISCHL, A.; PRETZSCH, H.; RÖTZER, T.; PAULEIT, S.

- A comparative analysis of urban forests for storm-water management. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 1451, 2023.
- RAJU, E.; BOYD, E.; OTTO, F. Stop blaming the climate for disasters. *Commun Earth Environ*, v. 3, n. 1, 2022.
- RAMON, M.; RIBEIRO, A. P.; THEOPHILO, C. Y. S.; MOREIRA, E. G.; CAMARGO, P. B.; BRAGANÇA PEREIRA, C. A.; SARAIVA, E. F.; REIS TAVARES, A.; DIAS, A. G.; NOWAK, D.; FERREIRA, M. L. Assessment of four urban forests as environmental indicator of air quality: a study in a Brazilian megacity. *Urban Ecosystems*, v. 26, p. 197-207, 2022.
- RAMOS, E. P. Refugiados ambientais: buscando reconhecimento sob o direito internacional. 150 f. 2011. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- RANDALL, M.; JENSEN, M. B.; VAN DE VEN, F.; ZEVENBERGEN, C.; KÖRBER, J. H.; SUN, Z.; ZHANG, S. The three points approach (3PA) applied to two Chinese and four European cities for knowledge exchange on stormwater challenges and strategies. *Urban Water Journal*, p. 1-11, 2025.
- RANDHIR, T.; KLOSTERMAN, K. Modeling landscape influence on stream baseflows for watershed conservation. *Land*, v. 13, n. 3, p. 324, 2024.
- RANGEL, L. N.; LOPES, C. E. R.; OLIVEIRA, J. A. P. Innovative Policies for Urban Rivers' Restoration in Belo Horizonte. In: _____. *Nature-Based Solutions for More Sustainable Cities: A Framework Approach for Planning and Evaluation*. Emerald Publishing Limited, 2021.
- RASCH, R. Income Inequality and Urban Vulnerability to Flood Hazard in Brazil. *Social Science Quarterly*, v. 98, n. 1, p. 299-325, 2017.
- RAVEN, J.; STONE, B.; MILLS, G.; TOWERS, J.; KATZSCHNER, L.; LEONE, M.; GABORIT, P.; GEORGESCU, M.; HARIRI, M. Urban Planning and Design. In: ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W.; ROMERO-LANKAO, P.; MEHROTRA, S.; DHAKAL, S.; BOWMAN, T.; IBRAHIM, S. A. *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. New York: Cambridge University Press, 2018.
- RECKIEN, D.; CREUTZIG, F.; FERNANDEZ, B.; SHUAIB, L.; TOVAR-RESTREPO, M.; MCEVOY, D.; SATTERTHWAITE, D. Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective. *Environment and Urbanization*, v. 29, n. 1, p. 159-182, 2017.
- REID, H.; ALAM, M.; BERGER, R.; CANNON, T.; HUQ, S.; MILLIGAN, A. Community-based adaptation to climate change: an overview (PLA 60). 2009.
- REINHARD, P. M. Nature-based Solutions Provide, Promote and Restore Ecosystem Services. In: HERZOG, C.; FREITAS, T.; WIEDMAN, G. (Ed.). *Nature-based solutions and the challenges of water: accelerating the transition to more sustainable cities*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.
- REIS, N. G. Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano. São Paulo: Via das Artes, 2006.
- REVI, A.; SATTERTHWAITE, D. E.; ARAGÓN-DURAND, F.; CORFEE-MORLOT, J.; KIUNSI, R. B. R.; PELLING, M.; ROBERTS, D. C.; SOLECKI, W. Urban areas. In: FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L. ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (Eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- RIJKSWATERSTAAT. Room for the River, 2023.
- RIVEST, S. A.; KHAROUBA, H. M. Taxonomic and functional homogenization of butterfly communities along an urban gradient. *Insect Conservation and Diversity*, v. 17, n. 2, p. 273-286, 2024.
- ROCA-BARCELÓ, A.; RICE, M. B.; NUNEZ, Y.; THURSTON, G.; WEINMAYR, G.; STRAIF, K.; ROSCOE, C.; EBI, K. L.; ANDERSEN, Z. J.; DE NAZELLE, A.; NEGEV, M. Climate action has valuable health benefits. *Environmental Epidemiology*, v. 8, n. 1, p. e288, 2024.
- ROCHA, O. J.; HORA, A. F. The importance of accumulation reservoirs in flood control, water scarcity reduction and energy generation. *Revista Delos*, v. 17, n. 61, p. e2502-e2502, 2024.
- ROCKEFELLER FOUNDATION. *Resilient Cities Initiative*. 2024.
- ROGELJ, J.; FRANSEN, T.; DEN ELZEN, M. G. J.; LAMBOLL, R. D.; SCHUMER, C.; KURAMOCHI, T.; HANS, F.; MOOLDIJK, S.; PORTUGAL-PEREIRA, J. Credibility gap in net-zero climate targets leaves world at high risk. *Science*, v. 380, n. 6649, p. 1014-1016, 2023.
- ROLHAUSER, A. G. et al. Stress-gradient framework for green roofs: Applications for urban agriculture and other ecosystem services. *Ecological Solutions and Evidence*, v. 4, n. 2, e12227, 2023.
- ROLNIK, R. Política Urbana no Brasil-hope in the midst of chaos. *Revista dos Transportes Públicos-ANTP*, v. 25, p. 3, 2003.
- ROLNIK, R.; KLINTOWITZ, D. (I)Mobility in the city of São Paulo. *Estudos Avançados*, v. 25, p. 89-108, 2011.
- ROMERO-DUQUE, L. P.; TRILLERAS, J. M.; CASTELLARINI, F.; QUIJAS, S. Ecosystem services in urban ecological infrastructure of Latin America and the Caribbean: How do they contribute to

urban planning? *Science of the Total Environment*, v. 728, p. 138780, 2020.

ROMERO-LANKAO, P.; HUGHES, S.; QIN, H.; HARDOY, J.; ROSAS-HUERTA, A.; BORQUEZ, R.; LAMPIS, A. Scale, urban risk and adaptation capacity in neighborhoods of Latin American cities. *Habitat International*, v. 42, p. 224-235, 2014.

ROMERO-LANKAO, P.; NORTON, R. Interdependencies and risk to people and critical food, energy, and water systems: 2013 flood, Boulder, Colorado, USA. *Earth's Future*, v. 6, n. 11, p. 1616-1629, 2018.

ROSSBACH, Anaclaudia (Org.). City Statute: the old and the new urban agenda: an analysis of 15 years of the law. 1. ed. São Paulo: Cities Alliance; Publisher Brasil, 2016.

ROOK, G. A. Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 110, n. 46, p. 18360-18367, 2013.

ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W.; HAMMER, S.; MEHROTRA, S. Cities lead the way in climate-change action. *Nature*, v. 467, p. 909-911, 2010.

SAGHEER, U.; AL-KINDI, S.; ABOHASHEM, S.; PHILLIPS, C. T.; RANA, J. S.; BHATNAGAR, A.; KALRA, D. K. Environmental pollution and cardiovascular disease: Part 1 of 2: Air pollution. *JACC: Advances*, v. 3, n. 2, p. 100805, 2024.

SAITO, S. M.; DIAS, M. C. A.; ALVALÁ, R. C. S.; STENNER, C.; FRANCO, C. O.; RIBEIRO, J. V. M.; SOUZA, P. A.; SANTANA, R. A. S. M. Urban population exposed to the risks of landslides, floods and flash floods in Brazil. *Sociedade & Natureza*, v. 31, p. 46320, 2019.

SAKATA, F. G. Parques urbanos no Brasil – 2000 a 2017. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. 348 p.

SAMPAPÉ. Climate and Walkability, Walking Together. São Paulo, 2022.

SÄUMEL, I. et al. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighborhoods in Berlin, Germany. *Environmental Pollution*, v. 165, p. 124-132, 2012.

SAMUELS, B.; MAEHARA, E. Climate Finance Strategies for Resilient Cities. *Climate Finance Review*, v. 8, n. 1, p. 22-35, 2024.

SAMUELS, B.; MAEHARA, E. *CHAMP Guidebook: Executive Summary*. 2023. C40 Cities; Global Covenant of Mayors for Climate & Energy.

SANTAMOUR, F. S. Trees for urban planting: diversity, uniformity, and common sense. In: Proceedings of the 7th conference of the metropolitan tree improvement alliance, v. 7, n. 7, p. 57-66, 1990.

SANTANNA, M. W.; FERREIRA, M. L.; SILVA, L. F.; CORTES, P. L. Climate Change and Arbovirus: A Review and Bibliometric Analysis. *Climate*, v. 13, p. 35, 2025.

SANTINI, D. Sem ratchet: from utopia to the reality of Zero Fare. São Paulo: Rosa Luxemburgo Foundation, 2024.

SANTORO, P. F. Flexible urban perimeter, urbanization on demand and incomplete: the role of the State facing the challenge of planning urban expansion. *Brazilian Journal of Urban and Regional Studies*, v. 16, n. 1, p. 169-169, 2014.

SANTOS, E. M.; RODRIGUES, M. F.; RODRIGUES, B. G. Walking mobility in Brazil: policies, practices and indicators. Brasília: WRI Brasil, 2021c.

SANTOS, M. I. C. P.; FURQUIM, G. A.; KRÖHLING BERNARDI, L.; MIHO SAITO, A.; THIERSCHE, C. R. Tecnologias utilizadas para estudar a influência das florestas urbanas: uma revisão sistemática da literatura. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 16, n. 2, p. 38-53, 2021a.

SANTOS, M. F. N.; BARBASSA, A. P.; VASCONCELOS, A. F. Low impact development strategies for a low-income settlement: Balancing flood protection and life cycle costs in Brazil. *Sustainable Cities and Society*, v. 65, 102650, 2021b.

SANTOS, P.; SAMIOS, A.; BATISTA, B. (Eds.). Complete Streets in Brazil: promoting a paradigm shift. Brasília: WRI Brasil, 2021d.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.478, de 8 de julho de 2016. Estabelece a Política Municipal para a População Imigrante, dispõe sobre seus objetivos, princípios, diretrizes e ações prioritárias, bem como sobre o Conselho Municipal de Imigrantes. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16478-de-08-de-julho-de-2016/>. Acesso em: 09 de abril de 2025.

SÃO PAULO (Município). Guia básico para elaboração de espaços públicos. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2016. Disponível em: https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/12/20161230_GBPEP.pdf. Acesso em: 15 de abril de 2025.

SÃO PAULO. Fundo Especial do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (FEMA). 2024. Disponível em: https://capital.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/convfema/3299. Acesso em: 17 de novembro de 2024.

SARASWAT, C.; KUMAR, P.; MISHRA, B. K. Assessment of stormwater runoff management practices and governance under climate change and urbanization: an analysis of Bangkok, Hanoi and Tokyo. *Environmental Science & Policy*, v. 64, p. 101-117, 2016.

SATTERTHWAITE, D.; ARCHER, D.; COLENBRANDER, S.; DODMAN, D.; HARDOY, J.; MITLIN, D.; PATEL, S. Building resilience to climate

- change in informal settlements. *One Earth*, v. 2, n. 2, p. 143-156, 2020.
- SAYERS, P.; YUANYUAN, L.; GALLOWAY, G.; PENNING-ROUSELL, E.; FUXIN, S.; KANG, W.; YIWEI, C.; LE QUESNE, T. *Flood Risk Management: A Strategic Approach (Part of a)*. ADB, GIWP, UNESCO, WWF, 2013.
- SCHAPIRO, L. H.; MCSHANE, M. A.; MARWAH, H. K.; CALLAGHAN, M. E.; NEUDECKER, M. L. Impact of extreme heat and heatwaves on children's health: a scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*, v. 19, 100335, 2024.
- SCHIPPER, E. L. F. Maladaptation: When Adaptation to Climate Change Goes Very Wrong. *One Earth*, v. 3, n. 4, p. 409-414, 2020.
- SCHIPPER, E. L. F.; REVI, A.; PRESTON, B. L.; CARR, E. R.; ERIKSEN, S. H.; FERNANDEZ-CARRIL, L. R.; GLAVOVIC, B.; HILMI, N. J. M.; LEY, D.; MUKERJI, R.; MUylaert de ARAUJO, M. S.; PEREZ, R.; ROSE, S. K.; SINGH, P. K. Climate Resilient Development Pathways. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
- SCHLOSBERG, D. Climate Justice and Capabilities: A Framework for Adaptation Policy. *Ethics & International Affairs*, v. 26, n. 4, p. 445-461, 2012.
- SCHUETZE, T.; SANTIAGO-FANDIÑO, V. Terra preta sanitation: a key component for sustainability in the urban environment. *Sustainability*, v. 6, n. 11, p. 7725-7750, 2014.
- SECOVI. Real estate market yearbook 2022. São Paulo: Secovi-SP, 2023.
- SEE, J.; WILMSEN, B. Just adaptation? Generating new vulnerabilities and shaping adaptive capacities through the politics of climate-related resettlement in a Philippine coastal city. *Global Environmental Change*, v. 65, p. 102-188, 2020.
- SEDDON, N.; CHAUSSON, A.; BERRY, P.; GIRARDIN, C.; SMITH, A.; TURNER, B. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, v. 375, n. 1794, 20190120, 2020.
- SHARAUNGA, S.; MUDHARA, M. Dimensions of Empowerment Influencing Women in KwaZulu-Natal to diversify away from agricultural-based livelihoods. *Agrekon*, v. 55, n. 1-2, p. 103-132, 2016.
- SERRAGLIO, D. A.; FERREIRA, H. S.; ROBINSON, N. Climate migration and resilient cities: a new urban agenda for sustainable development. *Revista de Direito da Cidade*, v. 11, n. 3, p. 304-346, 2019.
- SHI, L.; CHU, E.; ANGELOVSKI, I.; AYLETT, A.; DEBATS, J.; GOH, K.; SETO, K. C.; DODMAN, D.; ROBERTS, D.; RODERTS, J. T.; VAN DEVEER, S. D. Roadmap towards justice in urban climate adaptation research. *Nature Climate Change*, v. 6, n. 2, p. 131-137, 2016.
- SIDEMO-HOLM, W. et al. Urbanization causes biotic homogenization of woodland bird communities at multiple spatial scales. *Global Change Biology*, v. 28, n. 21, p. 6152-6164, 2022.
- SILVA, J. S.; DA SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Spatiotemporal impact of land use/land cover changes on urban heat islands: A case study of Paço do Lumiar, Brazil. *Building and Environment*, v. 136, p. 279-292, 2018.
- SILVA, R. G. P.; LIMA, C. L.; SAITO, C. H. Urban green spaces and social vulnerability in Brazilian metropolitan regions: Towards environmental justice. *Land Use Policy*, v. 129, 106638, 2023.
- SILVEIRA, I. H.; CORTES, T. R.; BELL, M. L.; JUNGER, W. L. Effects of heat waves on cardiovascular and respiratory mortality in Rio de Janeiro, Brazil. *Plos One*, v. 18, n. 3, p. e0283899, 2023.
- SIMONOVIC, S. P. Two new non-structural measures for sustainable management of floods. *Water International*, v. 27, n. 1, p. 38-46, 2002.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico temático dos serviços de água e esgoto – panorama. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2023.
- SKAGEN, K.; BOASSON, E. L. Climate policy integration as a process: from shallow to embedded integration. *Journal of Environmental Policy & Planning*, v. 26, n. 3, p. 279-294, 2024.
- SMOLKA, M. O. Land Gains Recovery in Latin America: Policies and Instruments for Urban Development. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2014.
- SOARES, N. B.; BONDUKI, N. Neoextrativismo e autoritarismo corporativo no processo de reassentamento de Bento Rodrigues, Mariana-MG. *Revista brasileira de estudos urbanos e regionais*, v. 26, e202420pt, 2024.
- SOGA, M.; GASTON, K. J. Extinction of experience: the loss of human-nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 14, n. 2, p. 94-101, 2016.
- SOLA, K. J.; BJERKHOLT, J. T.; LINDHOLM, O. G.; RATNAWEERA, H. Analyzing consequences of infiltration and inflow water (I/I-water) using cost-benefit analyses. *Water Science and Technology*, v. 82, n. 7, p. 1312-1326, 2020.
- SON, J. Y.; GOUVEIA, N.; BRAVO, M. A.; FREITAS, C. D.; BELL, M. L. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 13, n. 7, p. 694, 2016.
- SORIANO, M. A. G.; ARAÚJO, R. F.; MEIRA, L. H.; MAIA, M. L. A. Gestão de demanda por viagens:

- estudo sobre as iniciativas institucionais na busca por uma mobilidade urbana sustentável através de um índice (IMOC) . *Transportes*, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 50-62, 2020.
- SOTTO, D.; RIBEIRO, D. G.; BIKO, A. E. K. A.; SAMPAIO, C. A. C.; NAVAS, C. A.; MARINS, K. R. C.; SOBRAL, M. C. M.; PHILIPPI JR., A.; BUCKERIDGE, M. S. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. *Estudos Avançados*, v. 33, n. 97, p. 61-80, 2019.
- SOUSA, B. D.; YOSHIDA, D. F. O.; DUARTE, D. H. S. Urban Oasis for Adaptation to Climate Change: Analysis of Climate Adaptation Plans (CAP) around the world. In: BUSTAMANTE, W. (Ed.) *Will Cities Survive? The Future of Sustainable Buildings and Urbanism in the Age of Emergency*. Book of Proceedings, Vol. 2: Onsite Sessions, Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022.
- SOUZA, B. D. Oásis urbanos para adaptação às mudanças climáticas: o desafio das cidades no enfrentamento das ondas de calor. 2024. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.
- SOWBY, R. B.; JONES, D. R. A practical statistical method to differentiate inflow and infiltration in sanitary sewer systems. *Journal of Environmental Engineering*, v. 148, n. 1, 06021006, 2022.
- SOWIŃSKA-ŚWIERKOSZ, B.; GARCÍA, J. What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification. *Nature-Based Solutions*, v. 2, 100009, 2022.
- STANLEY, B. W.; STARK, B. L.; JOHNSTON, K. L.; SMITH, M. E. Urban open spaces in historical perspective: A transdisciplinary typology and analysis. *Urban Geography*, v. 33, n. 8, p. 1089-1117, 2012.
- SUN, Y.; SAHA, S.; TOST, H.; KONG, X.; XU, C. Literature review reveals a global access inequity to urban green spaces. *Sustainability*, v. 14, n. 3, p. 1062, 2022.
- TALANOIA CLIMATE POLICIES. Brazil's Climate Policy in Full 2023 - Progress and gaps in the country's climate policy agenda, 2023.
- TELLMAN, B.; MCDONALD, R.; GOLDSTEIN, J.; VOGL, A.; FLÖRKE, M.; SHEME, D.; VEIGA, F. Opportunities for natural infrastructure to improve urban water security in Latin America. *PLOS ONE*, v. 13, n. 12, e0209470, 2018.
- TAYLOR, L.; LECKEY, E. H.; LEAD, P. J.; HOCHULI, D. F. What visitors want from urban parks: diversity, utility, serendipity. *Frontiers in Environmental Science*, v. 8, 595620, 2020.
- TAYLOR, M.; ERIKSEN, S.; VINCENT, K.; SCOVILLE-SIMONDS, M.; BROOKS, N.; SCHIPPER, E. L. F. Integrating power, justice and reflexivity into transformative climate change adaptation. *Global Environmental Change*, v. 91, 102981, 2025.
- TEFERI, Z. A.; NEWMAN, P. Slum Upgrading: Can the 1.5 °C Carbon Reduction Work with SDGs in these Settlements? *Urban Planning*, v. 3, n. 2, p. 52-63, 2018.
- TEHRANY, M. S.; LEE, M. J.; PRADHAN, B.; JEBUR, M. N.; LEE, S. Flood susceptibility mapping using integrated bivariate and multivariate statistical models. *Environmental Earth Sciences*, v. 72, n. 10, p. 4001-4015, 2014.
- THEOPHILO, C. Y. S.; RIBEIRO, A. P.; MOREIRA, E. G.; ARANHA, S.; BOLLMANN, H. A.; SANTOS, C. J.; DE OLIVEIRA, A.; DOS SANTOS, S.; SAIKI, M.; SALDIVA, P. H. N.; FERREIRA, M. L. Biomonitoring as a nature-based solution to assess atmospheric pollution and impacts on public health. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 107, p. 29-36, 2021.
- TINGSANCHALI, T. Urban flood disaster management. *Procedia engineering*, v. 32, p. 25-37, 2012.
- TONG, D.; GENG, G.; ZHANG, Q.; CHENG, J.; QIN, X.; HONG, C.; DAVIS, S. J. Health co-benefits of climate change mitigation depend on strategic power plant retirements and pollution controls. *Nature Climate Change*, v. 11, n. 12, p. 1077-1083, 2021.
- TORRES, H. G.; ALVES, H. P. F.; OLIVEIRA, M. P.; RIBEIRO, L. C. Q. São Paulo peri-urban dynamics: some social causes and environmental consequences. *Environment & Urbanization*, v. 19, n. 1, p. 207-223, 2007.
- TOZER, L.; NAGENDRA, H.; ANDERSON, P.; KAVONIC, J. Towards just nature-based solutions for cities. In: Edward Elgar Publishing eBooks, 2023.
- TRAVASSOS, L. Revelando os rios. Novos paradigmas para intervenção em fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- TSEGAYE, S.; MISSIMER, T.; KIM, J.; HOCK, J. A clustered, decentralized approach to urban water management. *Water*, v. 12, n. 1, p. 185, 2020.
- TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.
- TUCCI, C. E. M. Urban drainage issues in developing countries. *Urban Drainage in the Humid Tropics*, v. 40, p. 23-40, 2001.
- UBIerna, M.; SANTOS, C. D.; MERCIER-BLAIS, S. Water security and climate change: hydropower reservoir greenhouse gas emissions. In: BASU, S.; SHAW, A. R.; VENKATESH, M. *Water Security Under Climate Change*. New York: Springer Nature, p. 69-94, 2022.
- TURRINI, T.; KNOP, E. A landscape ecology approach identifies important drivers of urban biodiversity. *Global Change Biology*, v. 21, n. 4, p. 1652-1667, 2015.

UCHIDA, K. et al. Urban biodiversity and the importance of scale. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 36, n. 2, p. 123-131, 2021.

UEBEL, K.; MARSELLE, M.; DEAN, A. J.; RHODES, J. R.; BONN, A. Urban green space soundscapes and their perceived restorativeness. *People and Nature*, v. 3, n. 3, p. 756-769, 2021.

UNIVERSITY COLLEGE LONDON (UCL). Public Sector Capabilities Index. The Bartlett Faculty of the Built Environment, 2024.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM. Overview of nature-based solutions. [S.l.], [s.n.], 2025.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM. Urban food systems, 2025.

UNESCO. Inclusive social development in Brazil. UNESCO Brazil, 2024.

UNION OF CYCLISTS OF BRAZIL (UCB). Raio-X dos PlanMobs das Capitais – 1ª edição. 2019.

EUROPEAN UNION. Diretrizes de boas práticas para limitar, mitigar ou compensar a impermeabilização do solo. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2012.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). Terminologia em redução do risco de desastres. Genebra, Suíça, 2009.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). Words into action: disaster displacement – como reduzir riscos, lidar com impactos e fortalecer a resiliência. Genebra, 2019.

UNITED NATIONS CAPITAL DEVELOPMENT FUND (UNCDF). Local Climate Adaptive Living (LoCAL) Facility. 2024.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT ASSEMBLY (UNEA). Resolução adotada pela Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente em 2 de março de 2022: soluções baseadas na natureza para apoiar o desenvolvimento sustentável.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Climate Action Fund. 2024.

UNITED NATIONS HABITAT. Thematic guide: Addressing the Most Vulnerable First: Pro-Poor Climate Action in Informal Settlements. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2018.

UNITED NATIONS HABITAT (UN-HABITAT). World Cities Report, 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). Nature-based Solutions for Climate Resilient Cities: Perspectives and experiences from Latin America. 2023.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). Adaptation Gap Report 2020. UNEP DTU Partnership and the World Adaptation Science Programme. Nairobi: UNEP, 2021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (UNEP). Green and Blue Spaces: Contribution to reducing cooling demand and increasing resilience in cities. An analysis of urban contexts in fast-developing countries. UNEP and Copenhagen Climate Centre, 2023.

UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECT SERVICES (UNOPS). Platform on Disaster Displacement. 2024.

UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (USAID). A Guide for USAID Project Managers: Sanitation – Incorporating Climate Change Adaptation in Infrastructure Planning and Design. Washington, D.C.: USAID, 2015.

UNGARETTI, D. G.; MOREIRA, F. A.; LACERDA, L. G.; MATEO, L.; MENDONÇA, P. H. R. From the eviction machine to invisible evictions: rent and housing insecurity in São Paulo. In: Observatório de Remoções: uma década de avanços e desafios epistêmicos e metodológicos: relatório trienal 2021-2023. São Paulo: LabCidade FAUUSP, 2024.

UN-HABITAT. World Cities Report 2022: Envisioning the Future of Cities. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2022.

UN WOMEN; UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. Progress on the Sustainable Development Goals: The Gender Snapshot 2024.

VALADARES, R. G.; CUNHA, T. A. D. The participation of cooperatives in public housing policies in Brazil and Uruguay. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 16, n. 4, p. 667-678, 2018.

VALDERRAMA, M. E.; MONROY, Á. I. C.; BEHRENTZ, E. Challenges in greenhouse gas mitigation in developing countries: a case study of the Colombian transport sector. *Energy Policy*, v. 124, p. 111-122, 2019.

VAN DE VEN, F.H.M.; ZEVENBERGEN, C.; AVELLAR MONTEZUMA, M.; DING, Z.; VEERBEEK, W.; CHEN, S. The Three-Points Sponge Policy approach: towards an enhanced multi-level resilience strategy. *Frontiers in Water*, v. 6, 1361058, 2024.

VASCONCELLOS, E. A. Políticas de transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente. Barueri: Ed. Manole, 2014.

VASCONCELLOS, E. A. Traffic risk, omission and calamity: the impact of motorcycle incentives in Brazil. São Paulo: Annablume, 2016.

VEIGA, J. P.; GARCÍA, M. Latin America Climate Policy: An Analysis of the Nationally Determined Contributions (NDCs) from Argentina, Brazil, and Chile. In: FRANCA, G.; FREIRE, D.; MIGNOZZETTI, U. (Org.). Natural Resources and Policy Choices in

- Latin America. São Paulo: Konrad Adenauer Stiftung, 2021.
- VELLOZO, L. D.; OLIVEIRA SANTOS, L. C.; WEINS, N. W. Disseminação de ideias de Soluções Baseadas na Natureza: uma análise da implementação do Parque Orla de Piratininga, Niterói (RJ). *Revista Labverde*, v. 12, n. 1, p. 100-128, 2022.
- VERGUTZ, L. A. A.; PEREIRA, C. E.; SCHMIDT, M. A. R. Analysis of the implementation of detention reservoirs in order to minimize the impacts caused by flooding. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 24, n. 6, p. 1267-1277, 2019.
- VESUVIANO, G.; FITCH, A.; OWEN, D.; FLETCHER, D.; JONES, L. How well does the 3-30-300 rule mitigate urban flooding?, *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 104, 128661, 2025.
- VIANA, A. S. La vivienda ante desastres: un análisis de las respuestas institucionales años después de la emergencia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres*, v. 5, n. 2, p. 63-74, 2021.
- VIANA, N. Floods in Brazil are a result of short-term planning. *The Guardian*, 2011.
- VILLAVICENCIO-VALDEZ, G. V. et al. Urban agroecology enhances agrobiodiversity and resilient, biocultural food systems. The case of the semi-dryland and medium-sized Querétaro City, Mexico. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 7, 1066428, 2023.
- VICEDO-CABRERA, A. M.; SCOVRONICK, N.; SERA, F.; ROYÉ, D.; SCHNEIDER, R.; TOBIAS, A.; ... GASPARRINI, A. The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nature Climate Change*, v. 11, n. 6, p. 492-500, 2021.
- VIEIRA, I.; BUSTAMANTE, M. M. C. A redução das áreas protegidas urbanas é uma ameaça às nossas cidades. *O Eco*, 2021.
- VIOLA, E.; FRANCHINI, M. A. Environmental governance: from forest destruction to decarbonization goals. *Revista USP*, n. 134, p. 143-162, 2022.
- VIOLA, M. R.; MELLO, C. R. de; CHOU, S. C.; YANAGI, S. N.; GOMES, J. L. Assessing climate change impacts on upper Grande River basin hydrology, Southeast Brazil. *International Journal of Climatology*, v. 35, n. 6, p. 1054-1068, 2015.
- VÖRÖSMARTY, C. J.; MCINTYRE, P. B.; GESSNER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; DAVIES, P. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, v. 467, n. 7315, p. 555-561, 2010.
- WAINER, L. S.; VALE, L. J. Wealthier-but-poorer: The complex sociology of homeownership at peripheral housing in Cartagena, Colombia. *Habitat International*, v. 114, 102388, 2021.
- WALTERS, S. A.; STOELZLE MIDDEN, K. Sustainability of urban agriculture: Vegetable production on green roofs. *Agriculture*, v. 8, n. 11, p. 168, 2018.
- WANG, H.; TASSINARY, L. G. Association between greenspace morphology and prevalence of non-communicable diseases mediated by air pollution and physical activity. *Landscape and Urban Planning*, v. 242, p. 104934, 2024.
- WANG, C.; WANG, Z. H.; WANG, C.; MYINT, S. W. Environmental cooling provided by urban trees under extreme heat and cold waves in US cities. *Remote Sensing of Environment*, v. 227, p. 28-43, 2019.
- WANG, X.; SUN, X.; AHMAD, M.; CHEN, J. Energy transition, ecological governance, globalization, and environmental sustainability: Insights from the top ten emitting countries. *Energy*, v. 292, 130551, 2024.
- WATANABE, T.; CULLMANN, J.; PATHAK, C. S.; TURUNEN, M.; EMAMI, K.; GHINASSI, G.; SIDDIQI, Y. Management of climatic extremes with focus on floods and droughts in agriculture. *Irrigation and Drainage*, v. 67, n. 1, p. 29-42, 2018.
- WERTHMANN, C.; SAPENA, M.; KÜHNEL, M.; SINGER, J.; GARCIA, C.; BREUNINGER, T.; GAMPERL, M.; MENSCHIK, B.; SCHÄFER, H.; SCHRÖCK, S.; SEILER, L.; THURO, K. TAUBENBÖCK, H. Insights into the development of a landslide early warning system prototype in an informal settlement: the case of Bello Oriente in Medellín, Colombia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 4, p. 1843-1870, 2024.
- WHO EUROPE. Green and blue spaces and mental health: New evidence and perspectives for action. Copenhagen, Denmark: World Health Organization (WHO), Regional Office for Europe, 2021.
- WILLIAMS, N. S. G.; LUNDHOLM, J.; MACIVOR, J. S. Do green roofs help urban biodiversity conservation? *Journal of Applied Ecology*, v. 51, n. 6, p. 1643-1649, 2014.
- WOLF, K. L. et al. Urban trees and human health: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 12, p. 4371, 2020.
- WOLFF, E., RAUF, E. A., HAMEL, P. Nature-based solutions in informal settlements: A systematic review of projects in Southeast Asian and Pacific countries. *Environmental Science and Policy*, n. 145, p. 275-285, 2023.
- WONG, T. H. F.; BROWN, R. R. The water sensitive city: principles for practice. *Water Science and Technology*, 2009.
- WORLD BANK. Public-Private Partnerships Reference Guide. Washington, DC: World Bank Group, 2017.

- WORLD BANK. Private Financing of Public Infrastructure through PPPs in Latin America and the Caribbean, 2017.
- WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). How multi-stakeholder partnerships drive sustainable development. World Economic Forum, 2024.
- WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). Water Futures: Mobilizing Multi-Stakeholder Action for Resilience. Geneva: World Economic Forum, 2025.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO global report on falls prevention in old age. Geneva: WHO, 2010.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Discussion Paper: Climate, Sanitation and Health. Geneva: World Health Organization, 2019.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Step safely: strategies for preventing and managing falls across the life-course. Geneva: WHO, 2021.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Urban planning and health, 2025.
- WORLD POPULATION REVIEW (WPR). Gini Coefficient by Country, 2025.
- WOOD, S. L. R.; DUPRAS, J. Increasing functional diversity of the urban canopy for climate resilience: Potential tradeoffs with ecosystem services? *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 58, 126972, 2021.
- XAVIER ARENA, F.; DE OLIVEIRA MAZONI, C. E.; BARROS BELLINI, M. I. Migration processes induced by disasters: the loss of lives, histories and territories. *Texts & Contexts*, v. 23, n. 1, 2024.
- YAN, X.; WARD, S.; BUTLER, D.; DALY, B. Performance assessment and life cycle analysis of potable water production from harvested rainwater by a decentralized system. *Journal of Cleaner Production*, v. 172, p. 2167-2173, 2018.
- YANG, T.; GU, T.; XU, Z.; HE, T.; LI, G.; HUANG, J. Associations of residential green space with incident type 2 diabetes and the role of air pollution: a prospective analysis in UK Biobank. *Science of the Total Environment*, v. 866, p. 161396, 2023.
- YAZAR, M.; HAARSTAD, H.; EFVING, J. Cities incorporate equity in their climate policies but overlook procedural justice in decision-making. *Nature cities*, v. 2, p. 17-27, 2025.
- YENEW, C.; BAYEH, G. M.; GEBEYEHU, A. A.; ENAWGAW, A. S.; ASMARE, Z. A.; EJIGU, A. G.; YESHIWAS, A. G. Scoping review on assessing climate-sensitive health risks. *BMC Public Health*, v. 25, p. 914, 2025.
- YOUNOS, T. Paradigm shift: holistic approach for water management in urban environments. *Frontiers of Earth Science*, v. 5, n. 4, p. 421-427, 2011.
- YU, X.; YANG, Z.; XU, D.; WANG, Q.; PENG, J. Urban green spaces enhanced human thermal comfort through dual pathways of cooling and humidifying. *Sustainable Cities and Society*, v. 118, 106032, 2025.
- ZIANI, K.; IONIȚĂ-MÎNDRICAN, C. B.; MITITELU, M.; NEACȘU, S. M.; NEGREI, C.; MOROȘAN, E.; DRĂGĂNESCU, D.; PREDA, O.-T. Microplastics: A Real Global Threat for Environment and Food Safety: A State of the Art Review. *Nutrients*, v. 15, n. 3, p. 617, 2023.
- ZALAZNIK, A. M.; BRODNIK, U.; PUGELJ, A. Nature-based solutions for integrated local water management. *Kemija u Industriji*, v. 72, n. 9-10, p. 585-591, 2023.
- ZAVALETA-MONESTEL, E.; ROJAS-CHINCHILLA, C.; MOLINA-SOJO, P.; MURILLO-CASTRO, M. F.; ROJAS-MOLINA, J. P.; MARTÍNEZ-VARGAS, E. Impact of climate change on the global dynamics of vector-borne infectious diseases: a narrative review. *Cureus*, v. 17, n. 1, e77972, 2025.
- ZEHRA, S.; SHARMA, D. C. Impact assessment of nature sound on human health and well-being: a review. *Journal of Experimental Zoology India*, v. 26, n. 1, 2023.
- ZEMAN, F. Metropolitan Sustainability: Understanding and Improving the Urban Environment. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2012.
- ZHANG, J.; SHANG, Y. Nexus of dams, reservoirs, climate, and the environment: a systematic perspective. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 20, p. 12707-12716, 2023.
- ZHANG, Z.; CENCI, J.; ZHANG, J. Policies for Equity in Access to Urban Green Space: A Spatial Perspective of the Chinese National Forest City Policy. *Forests*, v. 15, n. 4, p. 608, 2024.
- ZILLI, M. T.; CARVALHO, L. M. V.; LIEBMANN, B.; DIAS, M. A. S. A comprehensive analysis of trends in extreme precipitation over southeastern coast of Brazil. *International Journal of Climatology*, v. 37, n. 5, p. 2269-2279, 2017.
- ZIMMERMANN, K.; LEONEL, A. L.; KONTOPP, M. A. Metropolitan governance in the context of dynamic urbanization: the case of Brazil. *Frontiers in Political Science*, v. 5, 1148522, 2023.
- ZION, S.; OLIVEIRA, L. H. W.; SIQUEIRA, G. D. P. Logística e mobilidade em São Paulo: escolhas contraditórias e insustentáveis. In: JACOBI, P. R.; RICARDEZ, M. F. B.; TORRES, P. H. C.; ZIONI, S.; FLORES, A. V. (org.). Dilemas ambiental-urbanos em duas metrópoles latino-americanas: São Paulo e Cidade do México no século XXI. Jundiaí, SP: Paco Editorial, 2021. p. 361-386.
- ZOPPOU, C. Review of urban storm water models. *Environmental Modelling & Software*, v. 16, p. 195-231, 2001.

REALIZAÇÃO:



SIMACLIM

Centro de Síntese em Mudanças Ambientais e Climáticas

APOIO:



Rede Clima
Mudanças Climáticas
Globais no Brasil



*Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico*



INOVAÇÃO E PESQUISA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO





A complexidade dos efeitos das mudanças ambientais e climáticas globais, incluindo suas projeções futuras, demanda abordagens inter e transdisciplinares. Essas abordagens são essenciais para compreender as interações entre os sistemas sociais, biofísicos e ecológicos, caracterizando os riscos de impacto, a vulnerabilidade, as possibilidades de mitigação de suas causas, e as soluções de adaptação. O Centro de Síntese em Mudanças Ambientais e Climáticas – SIMACLIM tem como principal missão integrar pesquisas acumuladas e em curso de várias redes e grupos de pesquisa nacionais e internacionais, organizando informações e auxiliando no planejamento do Estado brasileiro para alcançar metas estabelecidas em acordos sobre Mudanças Climáticas. O SIMACLIM está sendo financiado pelo MCTI através do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, Processo FINEP 01.22.0584.00.

<https://simacлим.com.br/>

@simacлим

Coordenação Geral:

Moacyr Cunha de Araujo Filho

Conselho Consultivo:

Aloísio Lopes de Melo (MMA)

Ana Paula Leite Prates (MMA)

Jean Pierre Henry Balbaud Ometto (Rede Clima)

Lilium Beatris Chagas de Moura (MRE)

Márcio Rojas da Cruz (MCTI)

Moacyr Cunha de Araujo Filho (Rede Clima)

Oswaldo Luiz Leal de Moraes (MCTI)

Pedro Ivo Ferraz da Silva (MRE)

Gestão Administrativa:

Leonardo Bruto Vieira da Costa

Secretaria Executiva:

Claudia von Sohsten Cavalcanti

Érica Menero

Izabelle Lima Cabral

Assessoria de Comunicação:

Pedro Zanforlin Marcondes de Carvalho