

**NILZO IVO LADWIG
THAISE SUTIL
CRISTÓVÃO HENRIQUE RIBEIRO DA SILVA
BÁRBARA GIACCOM
(ORGANIZADORES)**

PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL

Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Nilzo Ivo Ladwig; Thaise Sutil; Cristóvão Henrique Ribeiro da Silva; Bárbara Giacom [Orgs.]

Planejamento e Gestão Territorial. São Carlos: Pedro & João Editores, 2024.
542p. 16 x 23 cm.

ISBN: 978-65-265-1427-6 [Digital]

1. Planejamento. 2. Gestão territorial. 3. Desenvolvimento. 4. Conservação ambiental. 5. Turismo. I. Título.

CDD – 370

Capa: Luidi Belga Ignacio

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

Revisão: Zaira Mahmud

Diagramação: Diany Akiko Lee

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2024

INQUIETAÇÕES: AMBIENTE URBANO E CIÊNCIA DAS CIDADES

CONCERNS: URBAN ENVIRONMENT AND SCIENCE OF CITIES

Bárbara Giacom¹

Resumo

A produção do espaço urbano tem alcançado limiares preocupantes nas maiores cidades brasileiras, o que evidencia riscos para o próprio funcionamento das cidades. Como num efeito cascata, a expansão da ocupação humana sobre os limites das cidades acarreta o esgotamento da infraestrutura, impacta na sua dinâmica, impõe dificuldades de mobilidade, aumentando o grau de dependência de transporte. Este tipo de ocupação do território resulta, muitas vezes, em padrões de urbanização que prejudicam a equidade, eficiência e continuidade da cidade como suporte à vida social. Uma abordagem de planejamento urbano sustentável deve considerar os impactos ambientais da urbanização e promover práticas de desenvolvimento urbano que minimizem o consumo de recursos naturais e protejam os ecossistemas urbanos. Nesse contexto, questões relacionadas à degradação ambiental, mudanças climáticas e resiliência urbana tornam-se cruciais para enfrentar os desafios emergentes e promover um desenvolvimento urbano sustentável. Além desses conceitos, são apresentadas inquietações

¹ Arquiteta e Urbanista (Universidade Presbiteriana Mackenzie), Mestre em Sensoriamento Remoto (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE) e Doutora em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR / Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS). É professora adjunta do Departamento de Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre (RS); docente no Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional - PROPUR, na mesma instituição. Seus interesses de pesquisa atuais são técnicas de planejamento urbano e regional, análise urbana e ambiental, modelagem espacial, sistemas configuracionais urbanos. E-mail: barbara.giaccom@ufrgs.br

relacionadas à ciência das cidades, com vistas ao planejamento urbano e regional.

Palavras-chave: ciência das cidades; planejamento urbano e regional; resiliência urbana, sustentabilidade.

Abstract

The production of urban space has reached concerning thresholds in the largest Brazilian cities, which highlights risks to the cities' own functioning. Like a cascade effect, the expansion of human occupation beyond the city limits leads to the depletion of infrastructure, impacts its dynamics, imposes mobility difficulties, and increases transportation dependence. This type of territorial occupation often results in urbanization patterns that undermine equity, efficiency, and the continuity of the city as a support for social life. A sustainable urban planning approach should consider the environmental impacts of urbanization and promote urban development practices that minimize natural resource consumption and protect urban ecosystems. In this context, issues related to environmental degradation, climate change, and urban resilience become crucial for addressing emerging challenges and promoting sustainable urban development. In addition to these concepts, concerns related to the science of cities are presented, aiming at urban and regional planning.

Keywords: urban science; urban and regional planning; urban resilience; sustainability.

INTRODUÇÃO

Cidades resilientes são aquelas que têm a capacidade de resistir e se recuperar de vários choques e estresses, como desastres naturais, recessões econômicas ou conflitos sociais. A resiliência nas cidades envolve não apenas infraestrutura física, mas também fatores sociais, econômicos e ambientais (e.g., Meerow; Newell, 2016). Requer estruturas de governança adaptativas, engajamento comunitário e práticas de desenvolvimento sustentável (Berke; Campanella, 2006).

Teoricamente, cidades resilientes aproveitam o entendimento da morfologia urbana para aprimorar sua resiliência (Sun; Yu, 2019). Morfologia urbana refere-se à forma física e estrutura das cidades, incluindo o *layout* de ruas, prédios, espaços públicos e infraestrutura; abrange o arranjo espacial e a organização dos elementos urbanos, bem como os padrões de uso do solo e redes de transporte. Sua compreensão é essencial para analisar como as cidades funcionam, evoluem ao longo do tempo e respondem a diferentes pressões. Por exemplo, cidades com espaços verdes bem projetados e sistemas de transporte interconectados estão mais bem preparadas para lidar com estressores ambientais e promover o bem-estar comunitário (Barros; Montejano, 2019).

As cidades são sistemas complexos caracterizados por interconexão, não linearidade e comportamento emergente. A teoria dos sistemas complexos trata de como vários componentes de uma cidade – como seu ambiente construído, redes sociais, atividades econômicas e sistemas ecológicos – interagem e se influenciam de maneiras não lineares. Mudanças em uma parte do sistema podem ter efeitos em cascata por todo o ecossistema urbano, levando a consequências imprevistas.

Na década de 1970, o relatório “Limites ao Crescimento” (Meadows *et al.*, 1978) estabeleceu um marco internacional para o reconhecimento da capacidade de suporte planetária, tornando-se uma referência para simular e avaliar o impacto de variáveis para a sustentação da vida, com possibilidade de alteração dos parâmetros como simular diferentes cenários futuros possíveis, incluindo estabilização mundial, adoção de modernizações tecnológicas e manutenção da situação atual. A modelagem computacional simula a interação entre população, produção de alimentos, produção industrial, poluição e consumo de recursos não-renováveis – cinco elementos cuja associação sempre produzirá “resultados assustadores” (Meadows *et al.*, 1978). Todos esses fatores estão intimamente ligados às cidades e ao crescimento urbano ou à revolução urbana; portanto, essa ligação determina

uma crescente preocupação com a gestão urbana e a sustentabilidade do ambiente.

A chamada “revolução dos dados” impulsionou o surgimento da “nova ciência das cidades” (Batty, 2013), apontando mudanças na noção do que é uma cidade. Uma dessas mudanças é a ideia de um sistema cujo funcionamento buscava equilíbrio, associado à organização de *top-down* típica das abordagens funcionalistas, para o reconhecimento da complexidade dos comportamentos subjacentes e da ideia de emergência das dinâmicas urbanas a partir de decisões e ações de *bottom-up*, que podem levar a comportamentos coletivos inesperados (Batty, 2012). Análise de fenômenos urbanos supera o uso de números finitos ou reconhecíveis de componentes, passando a trabalhar com um número imensurável ou desconhecido de variáveis interconectadas de forma potencialmente não linear e influenciados por contingências, como ocorre nas cidades. O foco na localização, tradicional na geografia econômica e nos estudos urbanos, perde cena para o foco nas interações como a chave para entender as cidades como redes de diferentes materialidades sobrepostas e conectadas (Batty, 2013), e como a força motriz da construção de redes sociais – a cidade como *hardware*, *software* e reator de interações (Bettencourt, 2013).

As inquietações aqui discutidas referem-se então à ciência urbana – campo interdisciplinar que estuda as áreas urbanas, seus padrões e os fenômenos associados à vida urbana; essencialmente ao que consideramos cidade, planejamento, ameaças ao modo de vida como conhecemos hoje e o papel do “planejador urbano” na solução e/ou mitigação das consequências negativas da nossa forma de vida sobre o ambiente natural. Compreender os efeitos dos acontecimentos naturais e antrópicos sobre o meio urbano, sobretudo aqueles não desejados ou esperados pelos planejadores, trata-se atualmente do grande desafio para o planejamento urbano e regional e, por consequência, para a formulação de políticas públicas.

ANTECEDENTES

O Planejamento Urbano, enquanto método de atuação no ambiente urbano, lida basicamente com os **processos de produção, estruturação e apropriação do espaço urbano**. Sob este ponto de vista, os planejadores podem antever os possíveis impactos, positivos e negativos, causados por um plano de desenvolvimento urbano.

Na concepção mais tradicional, o urbanista deveria “projetar” a cidade. Com o advento do planejamento sistêmico (McLoughlin, 1969), onde a cidade é um sistema composto por partes (atividades humanas e os espaços que as suportam) intimamente conectadas (e.g., vias de circulação, infovias etc.), o fenômeno urbano passa a ser visto como algo dinâmico, i.e., a cidade é o produto de um determinado contexto histórico, e não mais um modelo ideal a ser concebido pelos urbanistas (e.g., Kohlsdorf, 1985). Isso leva à busca de solução dos problemas práticos, concretos, buscando estabelecer mecanismos de controle dos processos urbanos ao longo do tempo. A cidade real passa a ser o foco, ao invés da cidade ideal.

Dentro dessa concepção, o planejamento pode ser definido como um conjunto de ações consideradas mais adequadas para conduzir a situação atual na direção dos objetivos desejados, considerando, necessariamente, o **caráter dinâmico e sistêmico das cidades** (McLoughlin, 1969). A intervenção nesse sistema não pode se bastar no enfoque espacial dos arquitetos, mas também contar com a interação de equipes multidisciplinares, com a colaboração profissionais de áreas diversas, como geógrafos, sociólogos, historiadores, administradores, economistas, psicólogos etc.

A cidade como sistema integrado

Apesar da crescente importância das cidades nas sociedades humanas, a nossa capacidade de compreendê-las cientificamente e gerenciá-las na prática, manteve-se limitada. As maiores dificuldades para qualquer abordagem científica para cidades resultam de suas muitas facetas interdependentes, como a social, a econômica, a infraestrutural e a de sistemas complexos espaciais, que existem em formas semelhantes, mas em

transformação sobre uma enorme gama de escalas (Bettencourt, 2013, p. 1438, tradução nossa).

As cidades são consideradas as mais elevadas formas de organização social: enormes redes sociais, compostas de pessoas e de seus contatos e interações. As conexões sociais acontecem, por sua vez, dentro de outras redes – sociais, espaciais e de infraestrutura – que permitem que as pessoas, coisas e informações possam interagir através do espaço urbano (Bettencourt, 2013).

A **complexidade dos sistemas urbanos** e a natureza de seus processos de transformação vêm desafiando a pesquisa urbana a buscar novas abordagens que possam tratar esses fenômenos de forma adequada. Na área da modelagem urbana, diversas metodologias vêm sendo desenvolvidas, abordando a cidade como um sistema complexo, formado por muitos elementos e relações, num estado fora de equilíbrio (Allen, 1997; Portugali, 2000; Batty, 2005). Segundo essa concepção, o sistema urbano é formado por uma grande quantidade de agentes tomando decisões simultâneas de localização, gerando uma dinâmica não linear, abrindo caminho para muitos futuros possíveis para a forma da cidade.

Isto se aplica também à morfologia urbana, que é influenciada pela dinâmica dos sistemas complexos: conforme as cidades crescem e evoluem, elas exibem propriedades emergentes moldadas por interações entre diferentes elementos, como dinâmicas populacionais, atividades econômicas e padrões de uso do solo (Batty, 2008; Bettencourt; Lobo, 2019). O estudo de sistemas complexos ajuda planejadores urbanos e formuladores de políticas a antecipar e gerenciar a resiliência das cidades, considerando a interconexão de vários elementos urbanos e a natureza não linear da dinâmica urbana. Essa abordagem interdisciplinar é essencial para desenvolver estratégias para construir e manter cidades resilientes diante de desafios e incertezas contínuos.

Essas abordagens vêm colocando em xeque também a natureza e o papel do planejamento urbano. Há uma consciência crescente de que é inútil o planejamento urbano tentar definir e

impor uma forma final para a cidade, visão comum nos planos diretores tradicionais e normativos. Os novos conhecimentos sobre a dinâmica da forma da cidade apontam para a necessidade de instrumentalização do poder público e da sociedade para analisar diferentes trajetórias possíveis do sistema urbano e suas implicações socioespaciais (Portugali, 2000).

Diante de questões como qualidade de vida, equidade de acesso a infraestrutura e serviços, bem como a eficiência de serviços urbanos, entre outros, o processo de avaliação passa a desempenhar um papel central no sistema de planejamento urbano, e surge a necessidade de desenvolver métodos sistemáticos de monitoramento da evolução do sistema urbano, a fim de antecipar efeitos das transformações propostas pelos agentes. Nesse contexto, os **modelos urbanos** colocam-se como recursos importantes, que podem atuar como instrumentos de medida e de avaliação. Sendo representações quantitativas e simplificadas da realidade, implicam na escolha de variáveis significativas para o propósito do modelo (Echenique, 1975), de modo que permitem a escolha de aspectos particulares da realidade e sua representação quantitativa.

O AMBIENTE URBANO

Há pouco mais de um século, as cidades tornaram-se objeto de estudo e preocupação (e desejo!) de diversas áreas do conhecimento e o fenômeno urbano passou a ser discutido em abordagem multidisciplinar. A gestão urbana e as estratégias para realizá-la mobilizam instituições, de modo que tanto o governo, como a sociedade civil procuram alinhar o gerenciamento urbano e a sustentabilidade ambiental para pensar o desenvolvimento (Ahern, 2011).

Ao se discutir a importância da gestão urbana, tendo como pano de fundo o recorte territorial e as distintas formas de ocupação estabelecidas e vinculadas às particularidades ambientais, é necessário definir a **bacia hidrográfica** como unidade

de planejamento ambiental (Geddes, 1915). Entende-se que qualquer análise ambiental somente pode ser feita ao considerar a realidade de ocupação e a transformação de todo o território em que se encontra inseridas. Neste sentido, a bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento parece se constituir em um importante quadro de condições sociais, econômicas e mesmo políticas, que inspiram uma releitura da dimensão ambiental ali vivenciada.

Na década de 1960, iniciou-se uma disseminação da ideia de que o meio ambiente e os recursos naturais são bens globais e finitos. A preocupação com o desenvolvimento sustentável representa a possibilidade de garantir mudanças sociopolíticas que não comprometam os sistemas ecológicos e sociais que sustentam as comunidades.

A sustentabilidade foi uma terminologia disseminada a partir da Declaração de Estocolmo (ONU, 1972) e do Relatório Brundtland (ONU, 1987), propondo a satisfação das necessidades presentes sem comprometer o usufruto das gerações futuras. Ambos os documentos das Nações Unidas foram apresentados como alternativa aos problemas do desenvolvimento urbano-industrial existentes.

Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, em 1992, houve a consagração do termo “**desenvolvimento sustentável**” como um novo padrão da política de desenvolvimento e meio ambiente, reconhecendo a existência de uma crise ambiental em escala planetária e apresentando propostas para conciliação entre a crítica ambiental e a sociedade industrial. Segundo a Agenda 21 (ONU, 1992), os indivíduos deveriam tomar consciência sobre o papel ambiental, econômico, social e político que desempenham na sociedade e deveriam se comprometer com a construção de nosso futuro, de modo que sociedade e governo compartilham a responsabilidade pelas decisões e essa agregação facilitaria a implementação do novo modelo de desenvolvimento. Todos os países signatários da Rio 92 assumiram então o compromisso e o

desafio de internalizar em suas políticas públicas as noções de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

A Agenda 21, os “Objetivos de Desenvolvimento do Milênio” (ODM) (ONU, 2012) e a Agenda 2030 (todas iniciativas da Organização das Nações Unidas) têm em comum propor políticas e ações, em curto prazo, voltadas ao desenvolvimento humano em bases ambientalmente sustentáveis, com vistas à promoção de direitos humanos. A Agenda 2030 propõe um pacto global com medidas ousadas e transformadoras para que o mundo se redirecione a um caminho sustentável e indica 17 “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) e 169 metas a serem cumpridas até 2030. O objetivo é “não deixar ninguém para trás”: erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, garantindo o desenvolvimento humano e o atendimento às necessidades básicas do povo, dentro dos limites do planeta, ou seja, por meio de um processo econômico, político e social que respeite o ambiente e a sustentabilidade.

O desenvolvimento sustentável propõe justamente o crescimento econômico e preservação ambiental como objetivos consonantes, e não antagônicos, e deve ser planejado em função de suas múltiplas dimensões (econômica, ecológica, social, cultural, política etc.), assim como de suas múltiplas escalas. O desenvolvimento sem a preocupação ambiental, por outro lado, afeta a qualidade de vida da população, que é manifestada na piora de sua qualidade, que dá sinais, por exemplo, nas ilhas de calor e inundações, resultado da impermeabilização do solo, contaminação do solo, de mananciais e do ar (PNUMA/CLAES, 2008).

Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela Agenda 2030, que estimularão a ação em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta.



Fonte: disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>.

Na Figura 2, ilustram-se as relações entre as pressões, situações e respostas no âmbito de uma bacia hidrográfica hipotética. A ilustração deixa clara a interdependência das áreas geográficas na bacia, que estão sujeitas às consequências das ações realizadas e impactos decorrentes. Por isso, o estabelecimento das bacias hidrográficas como área para planejamento integrado entre o uso e ocupação dos espaços rurais e urbanos visa ao desenvolvimento sustentável, em que as atividades econômicas e sociais são combinadas com (e aliadas à) qualidade ambiental, o que, por sua vez, tem poder de diminuir os impactos causados pelo homem. Portanto, o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas devem incorporar todos os recursos naturais/ambientais da área de drenagem da bacia e não apenas o hídrico.

Figura 2- Exemplo de modelo Pressão-Situação-Resposta na bacia hidrográfica.



Fonte: Ribeiro (2017).

Assim, a **gestão sustentável da cidade** passa por seu entendimento como um ambiente e um lugar dos homens e das relações sociais nas quais estão inseridos. A definição de ambiente que se leva em conta é um espaço de relacionamento metabólico, físico, biológico, químico e acima de tudo, humano e cultural. Portanto, a análise ambiental deve conter não somente os ambientes naturais, flora, hidrografia, geologia, mananciais, áreas de preservação, como também está permeada pelos atores sociais, i.e., pela população.

Tais condições pressupõem uma análise complexa e macroespacial, na qual o ambiente é natural, artificial e cultural e deve ser compreendido e analisado como um todo. Da mesma forma que é difícil discernir entre o campo e a cidade, rural e urbano (Graziano da Silva, 1999), também o é entre **ambiente natural e artificial**. Partindo daí, o que se conclui como essencial é um processo de análise integrada de todos os ambientes supracitados.

Os desafios para tornar as cidades brasileiras sustentáveis são enormes. O processo de expansão urbana das últimas décadas, ocasionado por um intenso êxodo rural, somado às disparidades regionais de renda, provocou uma ocupação desordenada, principalmente pelas populações de baixa renda migrantes que se

viram totalmente carentes de infraestrutura (i.e., abastecimento de água, habitação, saneamento, saúde, drenagem, limpeza urbana, segurança, lazer etc.). Depara-se, portanto, com uma necessidade de reforma urbana, centrada na melhoria da qualidade de vida das populações e na recuperação do ambiente natural. São muitas as prioridades, como: solucionar os problemas de impermeabilização do solo, ocupação indevida em fundos de vales, áreas de nascentes e mananciais; reformular o sistema de limpeza pública e destino dos resíduos industriais, de abastecimento de água e saneamento básico; e disponibilizar novas moradias para os habitantes das cidades.

A sustentabilidade é algo que não pode ser obtido instantaneamente, pois é um processo de mudança, de aperfeiçoamento constante e de transformação estrutural, que deve ter a participação da população como um todo, e a consideração de suas diferentes dimensões (Afonso, 2006).

A sustentabilidade em suas diferentes abordagens implica na utilização dos recursos de forma eqüitativa e prudente, agregando as dimensões sociais, ecológicas e econômicas no atual contexto de desenvolvimento. Um modelo de desenvolvimento sustentável, construído sob novas bases econômicas e em harmonia com a capacidade de suporte dos sistemas naturais, é essencial para possibilitar o planejamento, a implantação e o acompanhamento das políticas de gestão ambiental voltadas ao uso racional dos recursos naturais e ao ordenamento das intervenções no meio ambiente (Alberti, 2005).

O **planejamento urbano visando ao desenvolvimento sustentável** tem o objetivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. É também essencialmente integrador na medida em que a qualidade de vida somente é possível com um ambiente conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza (e.g., Tucci, 2008).

Degradação ambiental

A degradação ambiental é o resultado de processos de **danos ao meio ambiente**, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais (Brasil, 1989), ou seja, qualquer processo que diminua a capacidade de determinado ecossistema em sustentar a vida. Tais processos estão ligados a alterações² biofísicas que afetam o equilíbrio ambiental, modificando a fauna e flora natural, e, eventualmente, causando perdas da biodiversidade. Muitas vezes, essas alterações são associadas à ação antrópica (e.g., nos casos de desmatamento ou de contaminação de mananciais por efluentes industriais), embora também possam ocorrer por fatores naturais (e.g., o ressecamento da atmosfera ou a invasão por espécies predadoras), ao longo da evolução de um ecossistema.

Angelis Neto *et al.* (2005) apontam que o **uso e apropriação do território** por processos tecnológicos ou empreendimentos acabam por alterar consideravelmente as características ambientais urbanas (e.g., nos seus aspectos climáticos, geomorfológicos/topográficos, geotécnicos, hidrológicos, paisagísticos, entre outros), em consequência das modificações dos fluxos pré-existentes de energia e de matéria. Por mais bem-intencionadas que sejam as propostas de ocupação de áreas para fins urbanos e sua expansão, é impossível se manter o ambiente a ser ocupado em sua forma natural ou original. Isso decorre de vários fatores, como:

a) Apropriação do terreno em todas as suas formas, devido a mudanças na topografia, destruição da vegetação natural, alteração de *habitats* e ecossistemas;

² É importante atentar para o fato de que a degradação ambiental é um fenômeno exclusivamente adverso enquanto o termo impacto ambiental pode se referir tanto a um aspecto positivo, como a um aspecto negativo, decorrente de qualquer alteração no meio ambiente provocada por uma ação humana.

- b) Necessidade de recursos naturais para a população, como água, materiais de construção e insumos para a indústria;
- c) Ocupação propriamente dita, como construção de habitações, circulações e indústria, por exemplo;
- d) Disposição dos resíduos provenientes de atividades antrópicas como processos tecnológicos ou empreendimentos;
- e) Degradação do ambiente pelo aumento da densidade demográfica, de forma desordenada;
- f) Poluição, em suas diversas formas;
- g) Comprometimento de aquíferos superficiais e subterrâneos;
- h) Desencadeamento/aceleração de processos do meio físico, como erosão, assoreamento de cursos d'água, escorregamentos, subsidências, colapsos e oscilações do lençol freático, entre outros.

Apesar de não ser direta a relação entre pobreza e degradação ambiental, os seus efeitos indiretos são visíveis. O círculo vicioso da degradação ambiental tem como centro de referência um modelo de desenvolvimento adotado no Brasil, que mantém a insatisfação das necessidades da maioria da população e compromete drasticamente o equilíbrio de todo sistema natural e antrópico, cujo resultado contribui para a vulnerabilidade global da sociedade. No entanto, a degradação ambiental é produzida pela pobreza e, também, pela riqueza. Os ricos degradam o ambiente com sua capacidade de exploração dos recursos naturais, o que fica evidente por meio dos índices altíssimos de poluição associados ao desenvolvimento econômico; e os mais pobres, muitas vezes pela falta de informação e principalmente pela necessidade, exercem seu poder de destruição no ambiente que ocupam.

No espaço das cidades, Rolnik (1999) alerta para o fato de que a degradação ambiental, e também social, pode assumir dimensões tais que se torna impossível ficar imune aos seus efeitos: a cidade capitalista tornou-se a expressão contemporânea do risco à vida; trata-se do **urbanismo de risco**, concretizando-se na vida cotidiana dos cidadãos.

Urbanismo de risco é aquele marcado pela insegurança, quer do terreno, quer da construção, ou ainda da condição jurídica da posse daquele território. As terras onde se desenvolvem estes mercados de moradia para os pobres são, normalmente, justamente aquelas que, pelas características ambientais, são as mais frágeis, perigosas e difíceis de ocupar com urbanização (e.g., encostas íngremes, beiras de córregos, áreas alagadiças etc.). As construções raramente são estáveis, e a posse quase nunca está totalmente inscrita nos registros de imóveis e cadastros das prefeituras. O risco é, antes de mais nada, do morador: o barraco pode deslizar ou inundar com chuva, a drenagem e o esgoto podem se misturar nas baixadas: a saúde e a vida são assim ameaçadas. No cotidiano, são as horas perdidas no transporte, a incerteza quanto ao destino daquele lugar, o desconforto da casa e da rua (Rolnik, 1999, p. 100).

O urbanismo é de risco, no entanto, para a cidade de **modo integral**: quando a erosão causada pelos desmatamentos e ocupações das encostas se acumula nas baixadas, rios e córregos, toda a cidade sofre com as enchentes; quando o excesso de veículos e de viagens provoca o colapso da circulação, é toda a cidade que para (Rolnik, 1999).

O processo de **governança** reconhece o poder que existe nas autoridades e instituições do governo, no entanto, inclui o setor privado e a sociedade civil. As ações realizadas, portanto, devem envolver um processo no qual a administração local reparte com os cidadãos as responsabilidades pelas soluções dos problemas, sejam de ordem ambiental como de bem-estar e demais níveis de ordenamento urbano (CECS, 1994; UN-Habitat, 2002).

Muitas problemáticas urbanas são decorrentes da falta de intervenção do poder público, que consegue exercer certo controle sobre a cidade organizada em detrimento da cidade informal. A degradação ambiental pode ser considerada um exemplo decorrente também da desordem físico-social, ou falta de governança e deficiência na gestão, resultando, por exemplo, na existência de terrenos desocupados abastecidos com infraestrutura, nas ocupações irregulares em áreas de risco, entre outros. Soluções para estes problemas podem ser abordados pelo conceito de **regeneração urbana**, que envolve tanto políticas públicas como

processos de governança local, a fim de desenvolver uma dada comunidade, desde que este desenvolvimento respeite as condições ambientais e promova a melhoria do ambiente urbano (Hassan, 2012).

A regeneração urbana consiste numa visão abrangente e integrada, que visa à resolução de problemas urbanos, e que procura gerar mudanças duradouras no nível da condição econômica, física, social e ambiental de áreas que tenham sido sujeitas a transformações/alterações (Roberts; Sykes, 2000). Para tal, necessitam ser observados fatores de diferentes ordens nas seguintes dimensões (Hassan, 2012; Diez *et al.*, 2014):

a) Dimensão econômica: criação de empregos, renda, ocupação, habilidades, empregabilidade e desenvolvimento;

b) Dimensão social e cultural: qualidade de vida, saúde, educação, redução de crimes, habitação e qualidade dos serviços públicos;

c) Dimensão física e ambiental: infraestrutura, equipamentos e mobiliários públicos, habitação, ambiente natural, transporte e comunicações;

d) Dimensão da governança: natureza das tomadas de decisão locais, engajamento da comunidade local, envolvimento de outros grupos, tipos de liderança.

Mudanças climáticas

As mudanças climáticas representam um desafio importante para áreas urbanas em todo o mundo. Elas levam ao aumento das temperaturas, mudanças nos padrões de precipitação, eventos climáticos extremos mais frequentes e severos (como furacões, inundações e ondas de calor), aumento do nível do mar e outras alterações ambientais. Esses impactos podem ter consequências de amplo alcance para infraestrutura urbana, ecossistemas, saúde pública e estabilidade socioeconômica (e.g., Meerow; Stults, 2019; Pickett; Cadenasso, 2019).

O Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) alerta que as mudanças climáticas requerem ação urgente, como reduzir as emissões de gases do efeito estufa, aumentar a remoção de carbono e construir resiliência. O AR6 traz dados impactantes e uma conclusão principal: a de que o aquecimento global é inequívoco e antropogênico, está afetando drasticamente o degelo nos polos, as correntes marítimas, a circulação atmosférica, o nível de acidez nos oceanos e as condições de vida na Terra. Já com 1,1^o C de aumento na temperatura terrestre, mudanças no sistema climático sem precedentes ocorrem atualmente em todas as regiões do mundo – do aumento do nível do mar a eventos extremos e o gelo marinho diminuindo cada vez mais.

Nas cidades, as mudanças climáticas aumentam os fatores que levam as pessoas à pobreza e as mantêm nessa situação. Inundações e deslizamentos decorrentes de extremos de chuva podem provocar perdas econômicas e de vidas. O calor pode dificultar o trabalho ao ar livre. A escassez de água pode afetar a agricultura; a baixa disponibilidade de água potável poderá gerar competição por esse recurso. A seca está relacionada com o aumento de focos de incêndio. Construções à beira-mar poderão desaparecer, portos poderão ser destruídos e populações podem ter que ser remanejadas.

Figura 3 - Exemplos de ameaças de diferentes ecossistemas e estratégias para adaptação.



Fonte: IPCC (2023).

A **adaptação baseada em ecossistemas**, por exemplo, pode ajudar as comunidades a se adaptarem aos impactos climáticos já devastadores em suas vidas e meios de subsistência. Ao mesmo tempo, também protege a biodiversidade, contribui para a saúde, reforça a segurança alimentar, gera benefícios econômicos e fortalece o sequestro de carbono. Muitas medidas de adaptação baseadas em ecossistemas podem ser implementadas a custos relativamente baixos (e.g., proteção, restauração e manejo sustentável dos ecossistemas, práticas agrícolas mais sustentáveis, como a integração de árvores nas áreas de cultivo e a diversificação das culturas, entre outros). A colaboração com povos indígenas e comunidades locais é fundamental para o sucesso dessa abordagem, assim como assegurar que as estratégias de adaptação baseadas em ecossistemas sejam planejadas levando em consideração os impactos futuros da temperatura global nos ecossistemas (IPCC, 2023).

QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

As alterações do ambiente natural e o adensamento das áreas construídas têm resultado no constante decréscimo das condições de conforto nas áreas urbanas, principalmente nas regiões periféricas dos grandes centros urbanos. No planejamento do ambiente urbano, faz-se necessário considerar fatores naturais, como relevo, clima, solo, vegetação e os cursos d'água, pois quando os espaços não são projetados para serem adequados a esses fatores, podem interferir na qualidade ambiental das cidades (Olazabal; Neumann; Foudi, 2020).

A qualidade ambiental urbana pode ser entendida como o resultado da ação do homem em função de aspectos socioculturais, políticos e econômicos. Desta forma, grupos sociais distintos têm demandas específicas em relação ao meio ambiente, respaldadas em concepções de vida, desejos e necessidades culturalmente construídos.

A qualidade do meio ambiente é, em parte, objeto da **percepção** humana, pois a organização dos elementos naturais e artificiais possibilita o gosto ou o repúdio ao ambiente, sendo uma questão de preferência, uma questão de estética; no caso das cidades, é também uma questão de funcionalidade, que passa necessariamente pela organicidade do espaço urbano (Gomes; Soares, 2004). A percepção pode ser entendida como “um processo mental de interação do indivíduo com o meio ambiente que se dá através de mecanismos perceptivos propriamente ditos e principalmente, cognitivos” (Del Rio, 1999, p. 3). Os mecanismos perceptivos são dirigidos pelos estímulos externos, captados por meio dos cinco sentidos; já os cognitivos “são aqueles que compreendem a contribuição da inteligência, admitindo-se que a mente não funciona apenas a partir dos sentidos e nem recebe essas sensações passivamente” (Del Rio, 1999, p. 3).

A percepção ambiental é comumente utilizada para avaliar a degradação ambiental (e.g., Santos; Souza, 2013). Estes estudos enfocam-se na percepção da população em relação ao meio

ambiente, pois no uso cotidiano dos espaços, dos equipamentos e dos serviços urbanos, a população sente diretamente o impacto da qualidade ambiental.

Diversos esforços têm sido empreendidos, entretanto, com o intento de **mensurar e mapear** essas condições que interferem na qualidade ambiental das cidades em um índice integrado, buscando torná-lo uma ferramenta efetiva de planejamento urbano (e.g., Bastos; Fonseca, 2013; Braga *et al.*, 2003; Domingos, 2005; Liang; Weng, 2011; Lima, 2013; Nichol; Wong, 2009).

Indicadores têm sido usados desde os anos 1960 para produção de informações sobre a qualidade de vida nas cidades (Clarke; Wilson, 1994; Bertuglia; Rabino, 1994). Um indicador pode ser definido como uma variável, uma medida ou valor que transmite informações relevantes do estado de um fenômeno em particular. Como exemplos de indicadores urbanos, pode-se citar a taxa de área verde *per capita* ou o número de leitos hospitalares *per capita* – indicadores que possuem limitações, uma vez que ambos podem esconder grandes diferenças na distribuição dos equipamentos dentro da cidade, bem como discrepâncias na distribuição de usuários reais (Ribeiro *et al.*, 2014). Possuindo raízes comuns às dos modelos urbanos, indicadores apresentam fortes relações lógicas e operacionais, como relações de complementaridade e de similaridade, o que impõe condições de coerência lógica e operativa (Bertuglia; Rabino, 1994).

O Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU), desenvolvido pelo Observatório das Metrópoles, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), procura avaliar a dimensão urbana do bem-estar usufruído pelos cidadãos brasileiros, promovido pelo mercado, via o consumo mercantil, e pelos serviços sociais prestados pelo Estado. Tal dimensão está relacionada com as condições coletivas de vida promovidas pelo ambiente construído da cidade, nas escalas da habitação e da sua vizinhança próxima, e pelos equipamentos e serviços urbanos (Ribeiro; Ribeiro, 2013).

A compreensão de bem-estar está normalmente vinculada a uma concepção de satisfação das necessidades concebidas no plano

dos indivíduos e realizadas privadamente, o que pressupõe que os indivíduos são movidos naturalmente pelo auto-interesse em maximizar a realização do seu bem-estar (Sen, 1999). A concepção de bem-estar urbano do IBEU decorre da compreensão daquilo que a cidade deve propiciar às pessoas em termos de condições materiais de vida, a serem providas e utilizadas de forma coletiva. Desta forma, o IBEU está compreendido em cinco dimensões: mobilidade urbana, condições ambientais urbanas, condições habitacionais urbanas, atendimento de serviços coletivos urbanos e infraestrutura urbana; cada uma das dimensões é constituída por um conjunto de indicadores, construídos a partir de dados do Censo Demográfico 2010, do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Na Figura 4, apresentam-se as dimensões do IBEU e seus respectivos indicadores.

Figura 4 - Relação das dimensões do Índice de Bem-Estar Urbano - IBEU e seus indicadores.



Fonte dos dados (cf. Censo Demográfico 2010) para cálculo dos indicadores: * microdados da amostra; * resultados do universo agregados por setor censitário; * informações territoriais dos aglomerados subnormais.

Fonte: adaptado de Ribeiro e Ribeiro (2013).

Lima (2013) aponta que a análise da qualidade ambiental urbana segue da compreensão das relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza, dentro do processo de desenvolvimento, inserido no processo econômico da sociedade capitalista. No diagnóstico da qualidade ambiental urbana, com a intenção de

propor melhorias, faz-se necessária a articulação entre conceitos e teorias nas diversas áreas do conhecimento científico, bem como a escolha de indicadores que melhor representem essa inter-relação.

Os serviços de saneamento nas áreas urbanas são essenciais, pois promovem as condições mínimas de desenvolvimento social. Tais serviços envolvem preocupações com o ambiente, saúde, qualidade de vida e aspectos sanitários. Devem possuir especial atenção no planejamento, devido aos impactos que podem ser gerados, no caso de implantações inadequadas ou, mesmo, a ausência desses serviços. Segundo Ribeiro e Ribeiro (2013), os aspectos de saneamento básico que compõem indicadores de duas dimensões do IBEU são as condições ambientais urbanas e o atendimento de serviços coletivos urbanos.

A dimensão de condições ambientais urbanas compreende três indicadores que refletem a qualidade ambiental do contexto urbano do domicílio: arborização do entorno dos domicílios, esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios e resíduos sólidos acumulados no entorno dos domicílios (Ribeiro; Ribeiro, 2013). O indicador de esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios é construído a partir da proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno *não* possui esgoto correndo a céu aberto. O indicador de resíduos sólidos acumulados no entorno dos domicílios é obtido a partir da proporção de pessoas que moram em domicílios cujo entorno *não* possui resíduos sólidos acumulados tanto na face de quadra, quanto na face de quadra confrontante onde se localizam os domicílios.

A dimensão de atendimento de serviços coletivos urbanos é concebida a partir de quatro indicadores: atendimento adequado de água, atendimento adequado por rede de esgoto sanitário, atendimento adequado de energia elétrica e coleta adequada de resíduos sólidos. Esses são indicadores que expressam os serviços públicos essenciais para garantia de bem-estar urbano, independentemente de serem ofertados por empresas públicas ou por empresas privadas através de concessão pública (Ribeiro; Ribeiro, 2013).

a) Atendimento de água: é considerado adequado quando é feito por rede geral de água;

b) Atendimento de esgoto: é considerado adequado quando é feito por rede geral de coleta de esgoto sanitário, muito embora o uso de fossas sépticas corresponda a uma solução ambientalmente adequada se bem construídas e mantidas, especialmente em locais onde seja inviável a implantação de rede coletora de esgotos;

c) Atendimento de energia elétrica: é considerado adequado quando há energia elétrica de companhias distribuidoras com existência de medidor, ou de outras fontes;

d) Atendimento por serviço de coleta de resíduos sólidos: é considerado adequado quando os resíduos sólidos são coletados diretamente por serviço de limpeza ou quando colocados em caçamba em serviço de limpeza.

Para Lima (2013), na maioria dos casos, os locais nas cidades onde há baixa qualidade ambiental se associam à falta de equipamentos públicos, infraestrutura urbana inadequada e ocupações irregulares ou ilegais. Essa autora chama a atenção para o fato de que os impactos negativos devem ser associados, além de a carências de infraestrutura, também ao reflexo da ausência de consciência ambiental e descuido da própria população, o que envolve aspectos de interesse coletivo e interfere na qualidade de vida da cidade como um todo. Por exemplo, a disposição de resíduos sólidos em terrenos sem construção (i.e., baldios) ou em córregos, ou mesmo a ocupação de áreas inadequadas à edificação, como margens de rios e córregos, ilustram situações de problema ambiental relacionados ao poder de decisão da população.

A qualidade ambiental nas cidades interfere na vida e nas atividades de seus habitantes, gerando impactos que alteram e influenciam o ambiente em escala local, mas também em escala regional, afetando indiretamente muito mais pessoas e ambientes além daqueles agentes locais, que causam e/ou sofrem as consequências diretas da qualidade ambiental.

RESILIÊNCIA URBANA

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) define **resiliência urbana** como a capacidade de um sistema urbano de absorver, recuperar e se preparar para choques futuros. É a habilidade que as cidades têm de adaptar ou transformar rapidamente suas funções diante de um distúrbio que limite suas possibilidades. Com o objetivo de sobrevivência desse modo de habitar, cidades resilientes têm capacidade de resposta e reinvenção diante de adversidades (OCDE, 2023).

As mudanças climáticas, bem como outras crises mundiais, apontam a necessidade de repensar os modos de vida em sociedade, tanto para o futuro, quanto no presente. Muitas cidades precisam lidar com eventos climáticos extremos ou conflitos de diversas naturezas (políticos, bélicos etc.), de modo que se faz necessário pensar as cidades para que possuam a habilidade de se regenerarem em conflitos naturais, econômicos e políticos.

A partir do planejamento urbano, de políticas públicas e de governança, as cidades resilientes tomam ações específicas buscando garantir uma dinâmica social e econômica mais estável e, por consequência, maior qualidade de vida para a população. A resiliência em uma cidade precisa ser construída em termos de economia, meio ambiente, sociedade e administração pública, cada qual com suas especificidades.

No urbanismo, a ideia é reconhecer nas cidades problemas atuais e futuros e atuar em frentes amplas visando transformar o futuro. Por exemplo, uma cidade com grande taxa de pessoas em estado de vulnerabilidade por residirem em zonas de risco de enchentes e deslizamento de terra pode investir em políticas públicas visando a mitigação dos riscos geológicos, além de iniciativas inclusivas e construir uma rede ativa de cidadãos atentos aos riscos climáticos e às medidas de proteção e cuidado. Por isso, é crucial o entendimento do problema enquanto questão social, econômica e ambiental, e compreendendo que é obrigação do governo intervir para garantir os direitos da população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: DESAFIOS DA CIÊNCIA URBANA

A ciência urbana possui diversos e complexos desafios, refletindo as crescentes demandas e pressões enfrentadas pelas áreas urbanas em todo o mundo. Alguns dos principais desafios envolvem:

a) Crescimento urbano desordenado: o rápido crescimento populacional e o desenvolvimento urbano desordenado em muitas cidades levam a questões como congestionamento, expansão descontrolada da periferia urbana, ocupação irregular de terras e degradação ambiental.

b) Desigualdades sociais e exclusão: muitas cidades enfrentam desafios relacionados à desigualdade social, segregação espacial e exclusão de grupos marginalizados, resultando em disparidades no acesso a serviços básicos, oportunidades econômicas e qualidade de vida.

c) Mudanças climáticas e resiliência urbana: as mudanças climáticas representam uma ameaça significativa para as áreas urbanas, aumentando o risco de eventos climáticos extremos, elevação do nível do mar, escassez de água e outros impactos ambientais. A construção de cidades resilientes ao clima é essencial para enfrentar esses desafios.

d) Gestão de recursos e sustentabilidade: o gerenciamento eficaz de recursos naturais, como água, energia e terra, é crucial para garantir a sustentabilidade urbana a longo prazo, incluindo o desenvolvimento e emprego de práticas de uso eficiente de recursos, políticas de reciclagem e energia renovável, e planejamento urbano sustentável. A gestão de bacias hidrográficas requer uma abordagem integrada que leve em consideração as interações entre os usos do solo, as atividades humanas e os recursos hídricos, em muitos casos, indo além dos limites político-administrativos.

e) Infraestrutura e serviços urbanos: manutenção, modernização e expansão para atender às crescentes demandas da população urbana ainda são desafios impostos à infraestrutura das

idades brasileiras, incluindo transporte público, redes de abastecimento de água e esgoto, sistemas de gerenciamento de resíduos, serviços de saúde, educação, assistência social etc.

f) Planejamento e governança urbana: a falta de planejamento urbano eficaz e de governança adequada pode levar a decisões descoordenadas, conflitos de interesses e corrupção. O planejamento territorial integrado deve considerar as necessidades de múltiplos usuários e interesses, incluindo comunidades locais, indústrias e governos, visando equilibrar as demandas socioeconômicas com a proteção dos recursos naturais e dos ecossistemas regionais.

g) Segurança e qualidade de vida: as preocupações com segurança pública, crime, poluição do ar, ruído e qualidade do ambiente construído afetam diretamente a qualidade de vida dos residentes urbanos. Garantir espaços seguros, saudáveis e acessíveis é fundamental para promover uma cidade habitável e inclusiva.

Esses desafios exigem abordagens integradas e colaborativas envolvendo múltiplos atores, incluindo governos locais, comunidades, setor privado, academia e organizações da sociedade civil. A ciência urbana desempenha um papel crucial na compreensão desses desafios e no desenvolvimento de soluções inovadoras para construir cidades mais sustentáveis, inclusivas e resilientes, por exemplo:

a) Avaliação de vulnerabilidade das cidades aos impactos das mudanças climáticas: análise da exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa a vários riscos relacionados ao clima. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) desempenham um papel crucial no mapeamento e análise de dados espaciais relacionados a riscos climáticos, como na identificação de áreas de inundação, ilhas de calor e áreas propensas à erosão ou elevação do nível do mar.

b) Gestão de riscos e planejamento de adaptação, com vistas à melhoria da resiliência das cidades diante das mudanças climáticas. A modelagem baseada em SIG ajuda a identificar, por exemplo, áreas de alto risco, priorizar intervenções e simular a eficácia de

diferentes medidas de adaptação, como infraestrutura verde, defesas costeiras e estratégias de mitigação de ilhas de calor urbanas.

c) Planejamento integrado e tomada de decisão: abordar os desafios complexos da resiliência urbana e das mudanças climáticas requer processos de planejamento e tomada de decisão integrados. A ciência urbana facilita a colaboração interdisciplinar entre urbanistas, formuladores de políticas, cientistas e partes interessadas da comunidade. A análise espacial baseada em SIG e modelagem ambiental apoia a tomada de decisões fornecendo informações geoespaciais sobre riscos climáticos, vulnerabilidades da infraestrutura, demografia populacional e padrões de uso da terra.

d) Planejamento urbano orientado à resiliência: incorporar princípios de resiliência desde as fases iniciais do planejamento urbano, considerando a localização e a distribuição de diferentes usos do solo para minimizar riscos naturais e antropogênicos.

e) Flexibilidade e adaptabilidade: projetar espaços urbanos flexíveis e adaptáveis que possam ser facilmente reconfigurados para atender às necessidades emergentes, como áreas multifuncionais que podem ser utilizadas para lazer, recreação, agricultura urbana ou refúgio temporário em caso de desastres.

f) Uso de materiais e tecnologias resilientes: incorporar materiais de construção e tecnologias que melhorem a resistência estrutural, a eficiência energética e a durabilidade dos edifícios e infraestruturas urbanas, reduzindo assim o impacto de eventos extremos.

g) Monitoramento e sistemas de alerta precoce: para detectar e responder a ameaças relacionadas ao clima em tempo real, com integração de redes de sensores, dados de sensoriamento remoto e análise de mídias sociais para avaliação oportuna de riscos, coordenação de resposta a emergências e comunicação pública durante eventos climáticos extremos e crises ambientais.

h) Infraestrutura resiliente e desenvolvimento sustentável: a ciência urbana promove o projeto e a implementação de infraestrutura resiliente e práticas de desenvolvimento urbano sustentável que possam resistir aos impactos das mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que minimizam a degradação

ambiental e as desigualdades sociais. Ferramentas de planejamento urbano baseadas em SIG apoiam a otimização do uso da terra, redes de transporte, espaços verdes e investimentos em infraestrutura para melhorar a resiliência das cidades e mitigar os riscos climáticos. A diversificação da rede urbana contribui ao promover uma distribuição equitativa de infraestrutura, serviços e recursos em toda a cidade, evitando concentrações excessivas e incentivando a diversificação de funções e atividades em diferentes bairros. O incremento da conectividade e da acessibilidade da malha urbana facilita o deslocamento seguro e eficiente de pessoas e bens, ainda que em situações de estresse ambiental, reduzindo a dependência de infraestruturas vulneráveis e promovendo alternativas de transporte sustentável. A promoção de espaços verdes e azuis, integrando tais áreas na morfologia urbana, incluindo parques, praças, jardins, áreas úmidas e corpos d'água, que atuam como amortecedores naturais de desastres, ajuda a reduzir o risco de inundações e melhoram a qualidade ambiental.

i) Participação comunitária e conscientização ambiental: o planejamento e gestão territorial devem incorporar mecanismos para a participação comunitária e o envolvimento dos cidadãos nas decisões relacionadas ao uso do território e à proteção do meio ambiente. Estratégias de conscientização ambiental no planejamento territorial podem incluir programas educacionais, campanhas de sensibilização e a promoção da ciência cidadã para envolver os residentes na monitorização e conservação do meio ambiente local.

Sabe-se que a resiliência urbana e as mudanças climáticas representam desafios críticos para a ciência urbana, exigindo abordagens inovadoras, colaboração interdisciplinar e uso eficaz de tecnologias para construir cidades mais sustentáveis, adaptáveis e resilientes. Ainda mais importante: a ciência urbana precisa também contar com boa vontade política e da sociedade em prol do bem-estar coletivo atual e das gerações futuras.

REFERÊNCIAS

AFONSO, C. M. **Sustentabilidade**: caminho ou utopia? São Paulo, SP: Anna Blume, 2006. 74 p. ISBN 85-7419-588-x.

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, 2011. p. 341-343.

ALBERTI, M. The effects of urban patterns on ecosystem function. **International Regional Science Review**, v. 28, n. 2, 2005. p.168-192.

ALLEN, P. M. **Cities and regions as self-organizing system**. Amsterdam, Holanda: Gordon & Breach Science Publishers, 1997. 275 p. ISBN: 9056990713.

ANGELIS NETO, G. DE; ANGELIS, B. L. D. DE; SOARES, P. F.; IKEDA, E.; FERNANDES, D. B. Controle e recuperação de áreas urbanas degradadas. *In*: X Encontro de Geógrafos da América Latina, São Paulo, 20 - 26 de março de 2005. **Anais...** São Paulo, SP: USP, 2005. p. 4087-4109.

BARROS, A. C.; MONTEJANO, L. Morphological patterns of informal settlements in Latin American cities. **Habitat International**, v. 94, e. 102039, 2019.

BASTOS, V. S. B.; FONSECA, L. M. G. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para a construção de um índice de qualidade urbana. *In*: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 13-18 de abril de 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 2013. p. 1159-1166.

BATTY, M. Building a science of cities. **Cities**, v. 29, S9-S16. 2012. DOI: 10.1016/j.cities.2011.11.008.

BATTY, M. **Cities and Complexity**. Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models and Fractals. Cambridge/Londres, Inglaterra: MIT Press, 2005. 592 p. ISBN: 9780262524797.

BATTY, M. **The New Science of Cities**. Cambridge: The MIT Press, 2013.

BATTY, M. The size, scale, and shape of cities. **Science**, v. 319, n. 5864, 2008. p. 769-771.

BERKE, P. R.; CAMPANELLA, T. J. Planning for resilience in a time of climate change. **Journal of the American Planning Association**, v. 72, n. 2, 2006. p. 233-247.

BERTUGLIA, C. S.; RABINO G. A. Performance Indicators and evaluation in contemporary urban modelling. *In*: BERTUGLIA, C. S.; CLARKE, G. P.; WILSON, A. G. (eds.). **Modelling the city. Performance, Policy and Planning**. Londres, Inglaterra: Routledge, 1994.

BETTENCOURT, L. M. A. The Origins of Scaling in Cities. **Science**, v. 340, n. 6139, 2013, p. 1438-1441. DOI: 10.1126/science.1235823.

BETTENCOURT, L. M.; LOBO, J. Urban scaling in Europe. **Journal of The Royal Society Interface**, v. 16, n. 159, 2019.

BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P. G.; DUARTE, G. S.; CAREPA-SOUSA, J. **Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar**. Belo Horizonte, MG: UFMG/Cedeplar, 2003. 22p. (Texto para discussão; 225)

BRASIL. **Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. DOU, S.1 - Atos Poder Legislativo, de 12/04/1989.

CECS - CONFERÊNCIA EUROPEIA SOBRE CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Carta das Cidades Europeias para a Sustentabilidade (“Carta de Aalborg”)**. Aalborg, Dinamarca: Comissão Europeia, 1994.

CLARKE, G. P.; WILSON, A. G. Performance indicators in urban planning: the historical context. *In*: BERTUGLIA C. S.; CLARKE G. P.; WILSON A. G. (eds.). **Modelling the city. Performance, Policy and Planning**. p.121-150. Londres, Inglaterra: Routledge, 1994.

DEL RIO, V. Cidade da mente, cidade real: percepção ambiental e revitalização na área portuária do Rio de Janeiro. *In*: DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (orgs.). **Percepção Ambiental: a experiência brasileira**. p. 3-22. São Carlos, SP: Studio Nobel: Universidade Federal de São Carlos, 1999.

DIEZ, E.; MORRISON, J.; PONS-VIGUÉS, M.; BORREL, C.; CORMAN, D.; BURSTRÖM, B.; DOMINGUEZ-BERJÓN, F.; GANDARILLAS, A.; HOFFMANN, R.; SANTANA, P.; CAMPRUBÍ, L. Municipal interventions against inequalities in health: the view of their managers. **Scandinavian Journal of Public Health**, v. 42, n. 6, 2014. p. 476-487. DOI: 10.1177/1403494814529850.

DOMINGOS, P. L. H. **Aplicação de Dados de Sensoriamento Remoto Orbital de Alta Resolução à Análise da Cobertura Vegetal Intra-urbana e seu Estado de Conservação**. São José dos Campos, 2005. 117 p. Dissertação (Mestrado).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, SP: INPE, 2005.

ECHENIQUE, M. **Modelos Matemáticos de la Estructura Espacial Urbana, Aplicaciones en América Latina**. 1. ed. Buenos Aires, Argentina: Ediciones SIAP / Ediciones Nueva Visión, 1975.

GEDDES, P. **Cities in Evolution**. Reimpressão da primeira edição de 1915. Londres: Routledge/Thoemmes Press, 2000.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre a qualidade ambiental urbana. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 2, n. 2, 2004. p. 22-30.

GRAZIANO DA SILVA, J. F. **O Novo Rural Brasileiro**. 2. ed. Campinas, SP: UNICAMP/ IE - Instituto de Economia, 1999.

HASSAN, G. F. Regeneration as an approach for the development of informal settlements in Cairo metropolitan. **Alexandria Engineering Journal**, v. 51, n. 3, 2012. p.229-239. DOI: 10.1016/j.aej.2012.02.003.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Summary for Policymakers*. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. Genebra, Suíça: IPCC. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

KOHLSDORF, M. E. Breve histórico do espaço urbano como campo disciplinar. In: FARRET, R. L.; GONZALES, S. F. N.; HOLANDA, F. R. B. DE; KOHLSDORF, M. E. **O espaço da cidade - contribuição à análise urbana**. São Paulo, SP: Projeto, 1985. 141 p.

LIANG, B.; WENG, Q. Assessing Urban Environmental Quality Change of Indianapolis, United States, by the Remote Sensing and GIS Integration. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 4, n. 1, p. 43-55, 2011. DOI: 10.1109/JSTARS.2010.2060316.

LIMA, V. **A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental**. Presidente Prudente, 2013. 358 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, SP: UNESP, 2013.

McLOUGHLIN, J. B. **Urban and Regional Planning: a Systems Approach**. Londres, Inglaterra: Faber & Faber, 1969. 329 p. ISBN: 9780571090051.

MEADOWS, D. H.; MEADOWS, D. L.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. W. **Limites do crescimento. Um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade**. 2. ed. Trad.: INÊS M. F. LITTO. Título do original: *The Limits to Growth*. São Paulo, SP: Editora Perspectiva, 1978. 204 p. (Coleção debates).

MEEROW, S.; NEWELL, J. P. Urban resilience for whom, what, when, where, and why? **Urban Geography**, v. 37, n. 3, 2016. p. 1-22.

MEEROW, S.; STULTS, M. Comparing conceptualizations of urban climate resilience in theory and practice. **Sustainability**, v. 11, n. 3, e. 818. 2019.

NICHOL, J.; WONG, M. S. Mapping urban environmental quality using satellite data and multiple parameters. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 36, n. 1, p. 170-185, 2009. DOI: 10.1068/b34034.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Resilient Cities**. Disponível em: <https://www.oecd.org/regional/resilient-cities.htm>

OLAZABAL, M.; NEUMANN, M. B.; FOUADI, S. How do cities mainstream climate adaptation? A comparative analysis of climate adaptation mainstreaming in urban policy-making. **Journal of Environmental Policy & Planning**, v. 22, n. 5, 2020. p. 642-661.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21**. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), Rio de Janeiro RJ, 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano de 1972**. 1972. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/termisul/Corpus/ptEST.doc>.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Our Common Future ("Relatório Brundtland")**. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987. Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Objetivos de**

Desenvolvimento do Milênio. 2012. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/ODM.aspx>.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030.** <https://sdgs.un.org/2030agenda>

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L. Advancing urban ecological studies: Frameworks, themes, and strategies. **Urban Ecosystems**, v. 22, n. 1, 2019. p. 1-17.

PNUMA - Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. CLAES - Centro Latino Americano de Ecología Social. **GEO Mercosur: Integración, Comercio y Ambiente.** Montevideu, Uruguai: PNUMA/CLAES, 2008. 188 p.

PORTUGALI, J. **Self-organization and the Cities.** Berlim, Alemanha: Springer-Verlag, 2000. 352 p. ISBN 3540654836.

RIBEIRO, B. M. G. **Modelagem Socioambiental de Resíduos Sólidos em Áreas Urbanas Degradadas:** Aplicação na Bacia Mãe d'Água, Viamão, RS. Porto Alegre, 429 p., 2017. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR). Porto Alegre, RS: UFRGS, 2017.

RIBEIRO B. M. G., CORTELETTI L., LIMA L., MARASCHIN C. Spatial Analysis of School Network Applying Configurational Models. *In*: MURGANTE, B. et al. (eds.). **Computational Science and Its Applications - ICCSA, 2014.** Lecture Notes in Computer Science, LNCS v. 8582. p. 109-124. Cham, Suíça: Springer International Publishing, 2014. DOI: 10.1007/978-3-319-09147-1_9.

RIBEIRO, L. C. DE Q.; RIBEIRO, M. G. (orgs). **IBEU: índice de bem-estar urbano.** 1ed. Rio de Janeiro, RJ: Letra Capital, 2013. 264 p. ISBN: 9788577852185.

ROBERTS, P.; SYKES, H. **Urban regeneration: a handbook.** Londres, Inglaterra: Sage Publications Ltd., 2000. 336 p. ISBN: 9780761967170.

ROLNIK, R. Exclusão territorial e violência. **São Paulo em Perspectiva**, v. 13, n. 4, 1999. p. 100-111. DOI: 10.1590/S0102-88391999000400011.

SANTOS, F. P.; SOUZA, L. B. Percepção da qualidade ambiental urbana dos moradores do Bairro Jardim das Oliveiras em Luís Eduardo Magalhães - BA. **Interface**, n. 6, maio de 2013. 8 p.

SEN, A. K. **Sobre ética e economia**. Trad.: Laura Teixeira Motta. Título do original: *On ethics and economics*. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 1999. 144 p. ISBN: 9788571649217.

SUN, Y.; YU, Y. Identifying spatiotemporal patterns and urban morphological elements using street networks. **Int. Journal of Geographical Information Science**, v. 33, n. 12, 2019. p. 2494-2516.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, 2008. p. 97-112. DOI: 10.1590/S0103-40142008000200007.

UN-HABITAT - UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. **The Global Campaign on Urban Governance**. 2. ed. Março de 2002. Disponível em: <http://unhabitat.org/books/global-campaign-on-urban-governance-the>