

Mudanças climáticas e cidades resilientes: de desafios a soluções

Climate change and resilient cities: from challenges to solutions

Willian Carlos Siqueira Lima

Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Católica de Santa Catarina

Letícia Peret Antunes Hardt

Curso de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Carlos Hardt

Curso de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Marlos Hardt

Curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

DOI: 10.47573/aya.5379.2.56.4

RESUMO

Constituindo um dos principais desafios contemporâneos a serem enfrentados pela Humanidade, as mudanças climáticas impõem ameaças atuais e futuras a diferentes ambientes do planeta, sobretudo às áreas urbanizadas. Frente a essa problemática, o objetivo geral da pesquisa consiste em discutir diretrizes de planejamento para mitigação do aquecimento global em longo prazo e para adaptação de cidades a seus riscos iminentes. Para tanto, o estudo foi desenvolvido por meio de métodos exploratórios e descritivos. Em paralelo a postulados teórico-conceituais, os resultados incorporam exemplos práticos para tratamento da temática nos contextos de três tipos de políticas: urbanísticas propriamente ditas, focadas em questões de dispersão e adensamento dos espaços construídos; mitigatórias, direcionadas a vertentes multiescalares de intervenção, e adaptativas, voltadas à ótica de urbes resilientes, inclusive embasadas em metas do desenvolvimento sustentável. Diante da insuficiência de resolução efetiva dos problemas levantados, conclui-se pela conveniência de adoção de medidas em diferenciados alcances temporais e pela necessidade de aprofundamento de diagnósticos da realidade atual e, sobretudo, de cenários prospectivos, visando à sistematização de soluções integradas para viabilização da resiliência urbana.

Palavras-chave: políticas. urbanização. mitigação. adaptação. sustentabilidade.

ABSTRACT

Constituting one of the main contemporary challenges to be faced by Humanity, climate change imposes current and future threats to imminent environments of the planet, especially to urbanized areas. Considering this problematic conditions, the general objective of the research is to discuss planning guidelines for the mitigation of global warming in the long term and for the adaptation of cities to its imminent risks. Therefore, the study was developed through exploratory and descriptive methods. In parallel with theoretical-conceptual postulates, the results incorporate practical examples for the treatment of the theme in the in the contexts of three types of policies: urbanistic proper, focused on issues of dispersion and densification of built spaces; mitigative, aimed at multi-scalar strands of intervention; and adaptative, turned to resilient cities, including those based on sustainable development goals. Facing the insufficiency of effective resolution of the problems raised, it is concluded by the convenience of adopting measures in different temporal scopes and by the need to deepen diagnoses of the current reality and, above all, of prospective scenarios, aiming at the systematization of integrated solutions for the viability of urban resilience.

Keywords: policies. urbanization. mitigation. adaptation. sustainability.

ARGUMENTOS INICIAIS

Resultantes, dentre outras causas, da longa vida útil do dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, as mudanças climáticas constituem um dos principais desafios a serem enfrentados pela Humanidade na contemporaneidade. Suas consequências ainda não são suficientemente conhecidas e incluem desde o aumento do nível do mar e dos eventos extremos, até alterações em padrões meteorológicos, como os de chuva e de temperatura em áreas urbanizadas, por exemplo (MATOS; LIMA, 2017; SILVA; XAVIER; ROCHA, 2020).

Desde os anos 1800, com o avanço da industrialização, as modificações do clima se

tornaram cada vez mais expressivas, com aumento drástico no século XX como resultado dos altos níveis de CO₂ e metano relacionados a atividades humanas, tanto pela queima excessiva de combustíveis fósseis quanto pelo desmatamento indiscriminado de áreas naturais, dentre outros motivos. Em 1988, o United Nations Environment Programme (UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) e a World Meteorological Organization (WMO – Organização Meteorológica Mundial) instituíram o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), que se tornou a principal referência internacional para avaliação do fenômeno, com divulgação sistemática de informações sobre o processo de alterações na atmosfera terrestre ao longo do tempo devido à emissão de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2022a).

Whitmarsh (2009) esclarece que a principal decorrência das mudanças climáticas é o chamado “aquecimento global”, que traz consequências como o derretimento das calotas polares e sucessiva elevação do nível médio dos oceanos. Também há impactos diretos na frequência, intensidade e velocidade dos eventos de tempestades, erosão costeira, ciclones, inundações, terremotos e furacões, dentre outros causadores de relevantes desastres naturais.

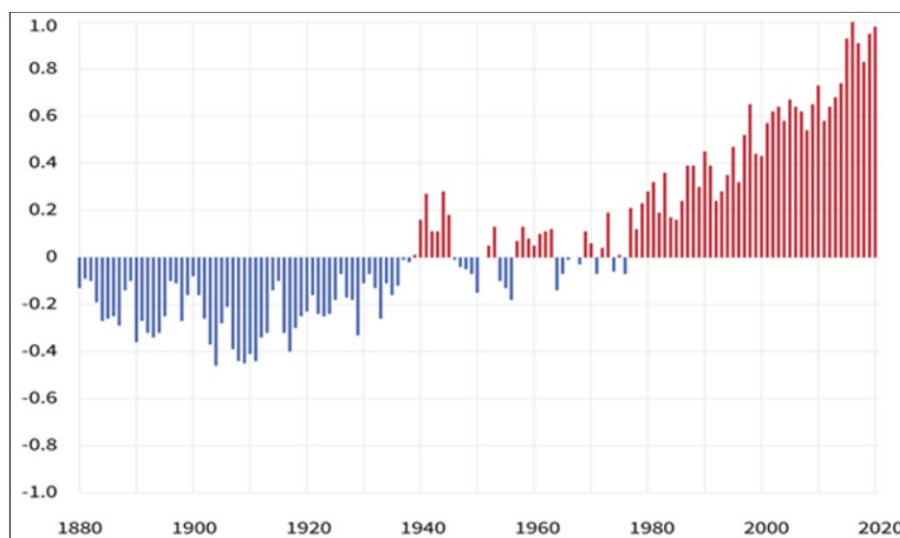
Hulme *et al.* (2002) afirmam que a longa duração do dióxido de carbono na atmosfera determinou a permanência da gravidade das mudanças climáticas por décadas. Os autores ainda alertam que, se não forem adotadas ações efetivas e conjuntas para diminuição das emissões de GEE, os resultados serão ainda piores.

Em paralelo à divulgação de análises científicas regulares sobre as mudanças climáticas, suas implicações e seus potenciais riscos futuros, diretivas do IPCC apresentam opções de resiliência, envolvendo desde a mitigação, pela implementação de soluções para reestatização das emissões de GEE, até a adaptação, pelas iniciativas para atenuação da vulnerabilidade dos sistemas naturais e antropizados contra as reais ou esperadas ameaças para o clima. Seu relatório de síntese mais recente aborda três seções principais: situação atual e tendências, que abrange uma retrospectiva histórica até o momento presente; desenvolvimento futuro em longo prazo, que compreende cenários projetados até 2100; e respostas de curta resolução, que considera questões recentes da política internacional e o intervalo de tempo até 2040 (IPCC, 2022b).

No início do século XXI, o IPCC já preconizava que soluções mitigatórias e adaptativas não poderiam evitar todos os efeitos das mudanças climáticas, apesar de serem imprescindíveis para o enfrentamento dos efeitos do aquecimento mesmo nos cenários mais favoráveis de estabilização do problema. Se não atenuadas as repercussões previstas, provavelmente será excedida a capacidade de sustentação de sistemas naturais e humanos, com impossibilidade de reversão ou, na melhor das hipóteses, com recuperação condicionada a exorbitantes custos sociais, ambientais e econômicos (IPCC, 2007).

Comprovando essa problemática, Lindsey e Dahlman (2021) atestam que a temperatura do planeta aumentou 0,08°C por década desde 1880. Nos últimos 40 anos, essa taxa de aquecimento mais que dobrou, correspondendo a 0,18°C a cada interstício desde 1981 (Figura 1). Ultrapassado apenas por 2016, que foi sucedido pelo esfriamento de ampla faixa do Oceano Pacífico tropical pelo evento La Niña, 2020 foi o segundo ano mais quente no período analisado, com recordes expressivos de calor nas áreas terrestres, sendo 1,19°C superior à média térmica do interstício inicial (1880-1900).

Figura 1 - Gráfico de média global da temperatura da superfície terrestre em graus centígrados por décadas no período de 1880 a 2020



Fonte: Adaptada de Lindsey e Dahlman (2021).

Os mesmos autores também evidenciam a correlação entre elevação de temperatura e emissão de GEE. Pode-se, assim, estimar os resultados térmicos sob diversos cenários futuros de desenvolvimento social e econômico para orientação de ações de mitigação e adaptação das alterações do clima, as quais, ocasionalmente, podem ser confrontadas (HAMIN; GURRAN, 2009).

Para Broto e Bulkerley (2013), as urbes são locais estratégicos para a abordagem das mudanças climáticas, o que amplia a responsabilidade dos governos municipais. Dados do United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT – Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos) reiteram essa assertiva, demonstrando que quase 80% das emissões de GEE são oriundos de áreas urbanizadas, nas quais inúmeras pessoas são – e continuarão sendo – afetadas pelos impactos do fenômeno. Todavia, apesar de cerca de 10.000 cidades terem aderido oficialmente ao Global Covenant of Mayors for Climate and Energy (GCM-CE – Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia), formando a rede mundial de combate a alterações do clima, apenas 1,4% adotaram a chamada “ferramenta de perfil de resiliência urbana” (UN-HABITAT, 2018; 2022).

Diante da problemática e das justificativas arroladas, o objetivo geral deste trabalho consiste em discutir diretrizes de planejamento para mitigação do aquecimento global em longo prazo e para adaptação de cidades a seus riscos iminentes. Desenvolvido por meio de métodos exploratórios e descritivos, identifica conceitos e teorias sobre a temática, expondo alguns exemplos práticos relacionados a processos mitigatórios e adaptativos de urbes contemporâneas às mudanças climáticas.

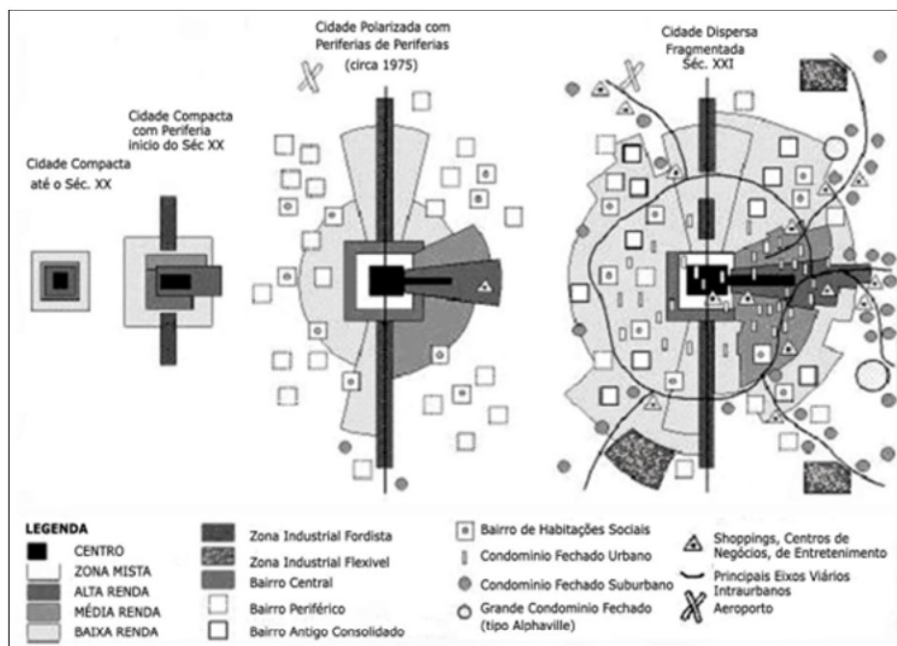
POLÍTICAS DE URBANIZAÇÃO

Normalmente, não são simples as soluções urbanísticas propriamente ditas para enfrentamento da problemática e os padrões de ocupação do solo implicam diretamente nos efeitos climáticos. Nessa perspectiva, debates têm sido focados no adensamento urbano pela ade-

quabilidade de construção de cidades mais compactas, definidas por Ewing *et al.* (2008) como aquelas em que o processo de expansão da malha urbanizada supera em muito o crescimento populacional.

Entretanto, essa não tem sido a tendência das cidades latino-americanas (BORSODORF, 2003), as quais são sujeitas à dispersão urbana (Figura 2) que, conforme Limonad (2007, p.41), consome “de forma crescente o espaço social e os recursos naturais, estendendo a urbanização sobre o território, segregando e alijando diferentes grupos sociais da possibilidade de sua apropriação e uso”. Ewing *et al.* (2008) assinalam que o espraiamento urbano tem quatro dimensões: população amplamente dispersa em ocupação de baixa densidade (espraiamento horizontal); subdivisão do tecido urbanizado em áreas de residência, de comércio e de trabalho (setorização rígida); rede viária definida a partir de enormes quarteirões (mobilidade dificultada); e insuficiência de definição de centros de apoio a atividades (estrutura mononuclear). A maioria das outras características geralmente associadas à expansão urbanística, como, por exemplo, a falta de opções de transporte, a uniformidade de alternativas de moradia e a dificuldade de acesso, são, em grande parte, resultantes das condições anteriores (EWING *et al.*, 2008).

Figura 2 - Esquemas representativos da tendência de conformação de cidades latino-americanas dos anos 1500 ao século XIX



Fonte: Adaptada Borsdorf (2003) por Limonad (2007).

Freqüentemente, conceitos de espraiamento urbano e baixas densidades são associados ao de suburbanização (DODMAN, 2009). Além disso, são vinculados a outros problemas, como aquecimento global, eventos extremos, perda de biodiversidade e desequilíbrio ambiental (GOTTDIENER; BUDD, 2005).

De modo geral, o aumento da densidade é uma das melhores alternativas para redução de extensão de percursos em cidades e conseqüente emissão de GEE. No entanto, tem outros reflexos positivos e negativos, o que leva Pescatori (2015, p. 40) a argumentar que o confronto entre cidades compactas e dispersas é “central para a discussão acerca da morfologia urbana contemporânea”.

Para Matos e Lima (2017), na dimensão social, alguns benefícios são relativos à melho-

ria do sistema de transportes, à redução da segregação social e à otimização do acesso a instalações. Por outro lado, os principais problemas são referentes à insuficiência de acessibilidade à moradia frente à minimização de espaços de convivência.

Os mesmos autores ainda indicam, com referência à dimensão climática, que o aumento da densidade pode interferir no processo de adaptação urbana, uma vez que provoca a perda de superfícies permeáveis, a redução de cobertura vegetal e a intensificação do escoamento de águas pluviais, associada a riscos de inundação, exacerbando, por vezes, o desconforto de verões muito quentes (HAMIN; GURRAN, 2009).

Em síntese, Ewing *et al.* (2008) identificam os seguintes fatores-chave do planejamento para redução de deslocamentos indutores da emissão de GEE em cidades: aumento da densidade na malha urbana, geração de diversidade de usos mistos do solo, preferencialmente próximos uns dos outros, e redução do tamanho de quadras e edifícios, bem como da largura de vias, com instalação de mais travessias de pedestres e de árvores nas calçadas. Também citam a importância de acessibilidade a determinados destinos para proporcionar oportunidades de empregos e outras atrações acessíveis em tempo razoável de viagem, bem como para viabilizar menores distâncias em percursos da residência ou trabalho até instalações de modais de transporte. Para esses autores, a duplicação da maior parte dessas alternativas reduziria, em mais de um terço, os percursos urbanos médios e respectivas emissões à atmosfera.

Assim, depreende-se que as políticas locais de ordenamento de uso e ocupação do solo devem incentivar o crescimento urbano mais adequado, limitar o espraiamento excessivo de cidades e criar formas construídas mais densas, quando viável, em paralelo à manutenção da permeabilidade do solo, se possível. Contudo, outras práticas urbanísticas, adiante abordadas, podem ser incentivadas como diretrizes mitigatórias das mudanças climáticas.

POLÍTICAS DE MITIGAÇÃO

Em âmbito internacional, há vários acordos de desenvolvimento de ações para redução das emissões de GEE. Em 1997, foi assinado o Protocolo de Kyoto, o qual, após complexo processo de ratificação, entrou em vigor em 2005. Em suma, o pacto firma o compromisso de países industrializados e de economias em transição de limitação e redução das emissões de GEE de acordo com metas individuais acordadas (UN-FCCC, 2022), as quais são enquadradas, em geral, entre 25% a 40% e em cerca de 80% abaixo dos níveis registrados em 1990 até 2020 e 2050, respectivamente.

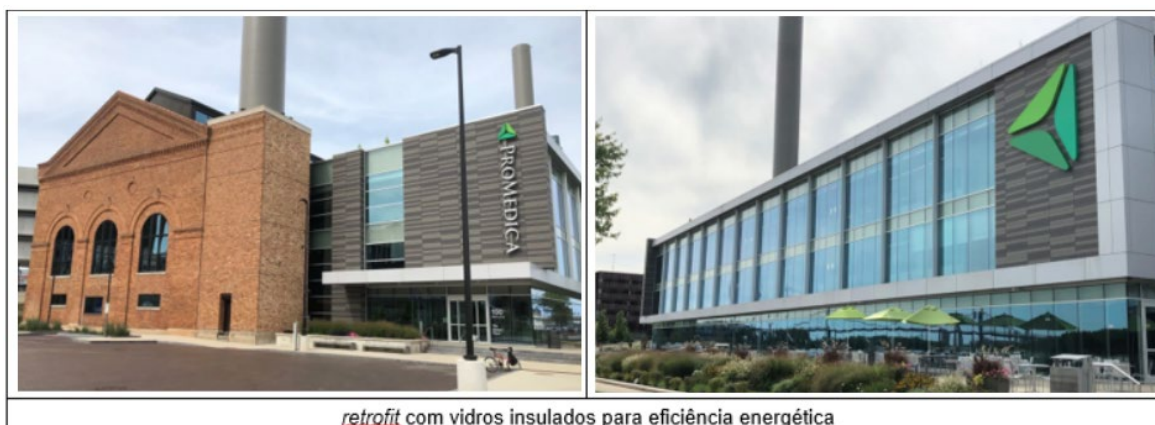
Hamin e Gurrán (2009) mencionam que, embora os representantes governamentais norte-americanos não tenham assinado o Protocolo de Kyoto, a Environmental Protection Agency (EPA – Agência de Proteção Ambiental) encorajou os estados para a redução das emissões de CO₂. Além disso, 32 deles, cerca de 63% do total, fizeram seus próprios planos de ações sobre mudanças climáticas; no entanto, essa decisão tem caráter estritamente voluntário.

Paralelamente, o International Council of Local Environmental Initiatives (ICLEI – Conselho Internacional de Iniciativas Ambientais Locais – atualmente denominado Local Governments for Sustainability – Governos Locais para a Sustentabilidade) tem desenvolvido diretrizes de governança para melhores práticas de proteção climática. Esse conjunto de alternativas de ações

para redução de GEE abrange políticas aplicáveis em múltiplas escalas, desde edificações individuais até cidades como um todo (ICLEI, 2022).

Na escala local, o programa de retrofit (reforma) de dezenas de edifícios e instalações institucionais em Toledo, Ohio (Figura 3), é um exemplo de iniciativa governamental para redução do consumo de energia pela atualização da eficiência energética, com expressivos cortes nos usos de eletricidade e de gás natural, sendo eliminadas milhares de toneladas anuais de CO₂, com expressiva economia para os cofres públicos e com contribuições relevantes para minimização do efeito estufa. Essa experiência tem servido de base para várias semelhantes em outras áreas urbanas do país e são encontradas em diferentes regiões do mundo (WU; WANG; XIA, 2016).

Figura 3 - Vistas de exemplo de retrofit para eficiência energética em edifício institucional em Toledo, Ohio, Estados Unidos



Fonte: OBE (2022)

Outro exemplo é pertinente a Portland, Oregon, compreendendo a conversão de metano em gás natural renovável na estação de tratamento de efluentes (Figura 4), gerando uma operação livre de poluição por digestão anaeróbica de gás. Os resultados anuais também são relativos à eliminação de centenas de toneladas de CO₂. Passos *et al.* (2016) destaca que iniciativas para a obtenção de energia limpa são altamente desejáveis para o controle tanto da degradação do ambiente quanto de mudanças do clima.

Figura 4 - Vista aérea de exemplo de espaço de conversão de metano em gás natural renovável na estação de tratamento de efluentes em Portland, Oregon, Estados Unidos



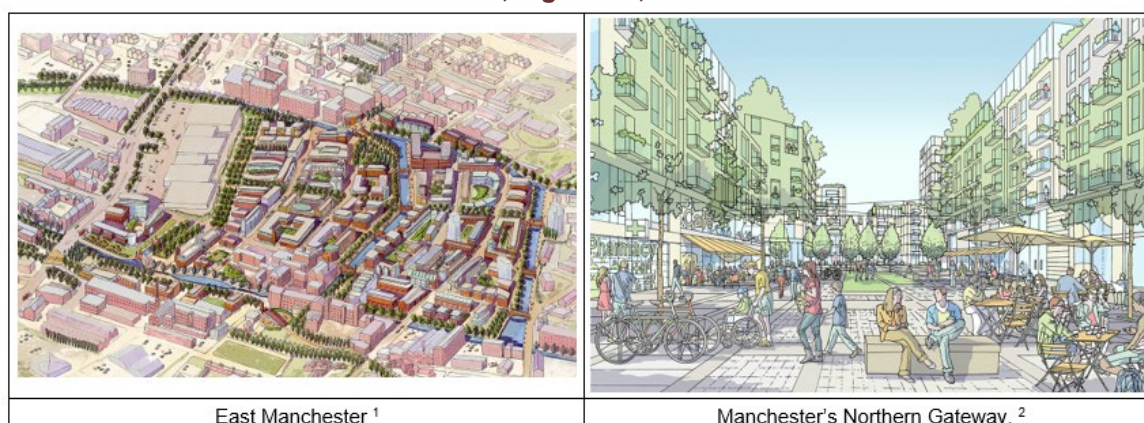
Fonte: TEMPLETON (2017)

Na escala urbana, o Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC – Conselho de Pesquisa em Engenharia e Ciências Físicas) e o United Kingdom Climate Impacts Programme (UKCIP – Programa de Impactos Climáticos do Reino Unido) estabeleceram diretrizes vinculadas às Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment (ASCCUE – Estratégias de Adaptação para as Mudanças Climáticas no Meio Urbano). No contexto de opções de planejamento e desenho de cidades, uma das ações é voltada à exploração do potencial de espaços verdes em áreas urbanizadas.

Pesquisa realizada por Hulme *et al.* (2002) sobre cenários de mudanças climáticas no Reino Unido sugere que a temperatura média anual até a década de 2080 pode aumentar entre 1°C e 5°C. Para os autores, a sazonalidade da precipitação também mudará, com invernos até 30% mais úmidos e verões até 50% mais secos.

Em estudo de caso sobre a Grande Manchester, localizada no noroeste da Inglaterra, Reino Unido, Gill *et al.* (2007) apresentam achados significativos quanto ao potencial da infraestrutura verde para moderação dos impactos das mudanças climáticas em áreas urbanas. Essa extensa conurbação metropolitana foi sede de uma das primeiras cidades industriais do mundo, mas no final de século XX foi marcada pelo abandono da infraestrutura de transporte. Após a década de 1990, foi desenvolvido um projeto de regeneração urbanística em larga escala, transformando terra, água e edifícios para novos usos (Figura 5).

Figura 5 - Ilustrações de exemplo de regeneração urbanística em larga escala na Grande Manchester, Inglaterra, Reino Unido



Fontes: 1: USI (2007); 2: CLARK (2018 – ilustração de Adriette Myburg)

A partir da caracterização morfológica do tecido urbanizado, a análise de usos do solo demonstra que a condição térmica da superfície depende da proporção da cobertura vegetal. Em Manchester, Gill *et al.* (2007) expõe valores da temperatura máxima da floresta na ordem de 18,4°C, enquanto os do centro urbano estão geralmente por volta de 31,2°C.

Os autores estimam que, na década de 2080, a variação será entre 19,9°C a 21,6°C, para regiões florestadas, e entre 33,2°C e 35,5°C, para regiões centrais. Também afirmam que a adição de 10% da cobertura verde pode diminuir a temperatura máxima da superfície de 2,4°C a 2,5° até 2080. No entanto, no cenário de remoção de 10% da vegetação, haverá aquecimento de 7°C a 8,2°C. Devido à dificuldade de inserção de elementos vegetais em áreas consolidadas, Gill *et al.* (2007) propõem que, no centro da cidade, sejam implementados em coberturas de edifícios, como apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Ilustração em imagem aérea de coberturas verdes em edifícios na Grande Manchester, Inglaterra, Reino Unido



Fonte: Watson (2018)

Por sua vez, Hardt *et al.* (2013) sugerem a inclusão dos chamados “green pieces” (“pedaços verdes”) em áreas densamente urbanizadas, considerando três tipos principais. O primeiro – plans verts élevés (planos verdes elevados – Figura 7) – pode ser instalado sob variados modos, em superfícies horizontais, verticais ou inclinadas, formadas por telhados, lajes, paredes ou sistemas independentes de sustentação. Normalmente, o segundo – pocket parks (parques de bolso – Figura 8) – é associado a espaços que constituem pequenos “oásis” em meio ao tecido urbano adensado. O último – kleingärten (pequenos jardins arrendados – Figura 9) – é, em geral, encontrado em áreas remanescentes da estrutura citadina e servem à manutenção de práticas culturais de jardinagem e similares.

Figura 7 - Vistas de exemplos de tipos de plans verts élevés (planos verdes elevados)



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 8 - Vistas de exemplos de pocket parks (parques de bolso)



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Figura 9 - Vistas de exemplos de kleingärten (pequenos jardins arrendados)



Fonte: Acervo pessoal dos autores

Enquadradas tanto como infraestrutura verde quanto como soluções baseadas na natureza (SbN), estas últimas interpretadas por Frantzeskaki (2019) como viáveis para enfrentamento das mudanças climáticas, as coberturas vegetais são também importantes para a drenagem de águas pluviais, fundamental frente ao esperado aumento de eventos pluviométricos na década de 2080. De acordo com Gill *et al.* (2007), a ampliação da vegetação em 10% da superfície urbana reduz de 17 a 19,9% e de 11,8 a 14,1% o escoamento de precipitações de 18 mm e 28 mm, respectivamente.

Formas urbanas sustentáveis, produções alternativas de energia e novas abordagens para a biodiversidade são algumas políticas de enfrentamento às mudanças climáticas (MATOS; LIMA, 2017). No entanto, resta muito a ser feito com vistas à garantia de estratégias de adaptação das áreas urbanizadas aos inevitáveis impactos de alterações do clima. Como agravante desse quadro, os estudos sobre a temática são mais focados em respostas a desastres naturais, com insuficiência de apoio à adequação das cidades às ameaças futuras do fenômeno.

POLÍTICAS DE ADAPTAÇÃO

Essas diretrizes são direcionadas à prevenção de riscos das mudanças climáticas e, se possível, à eliminação, em longo prazo, dos seus efeitos para pessoas e propriedades. Nos Estados Unidos, a Federal Emergency Management Agency (FEMA – Agência Federal de Gerenciamento de Emergências) é responsável pelas estratégias de redução da vulnerabilidade do país a desastres naturais.

No entanto, segundo Godschalk (2003), suas orientações não se concentraram em necessidades particulares das cidades sob estresse. O autor ainda ressalta que a mitigação deve ser proativa e não apenas reativa, com ações antecipatórias para diminuição dos riscos.

Nesse contexto de políticas adaptativas para o ambiente urbano, cabe especial destaque ao conceito de cidade resiliente, definida por Galderisi, Limongi e Salata (2020) como aquela capaz de suportar eventos extremos sem perdas e danos destrutivos. Também deve estar preparada para a manutenção da produtividade e da qualidade de vida após desastres, sem necessidade expressiva de assistência externa. Nessa conjuntura, Pizarro, Blakely e Dee (2006) atentam para o imperativo de vanguarda dos planejadores em pesquisas sobre alterações climáticas, considerando riscos potenciais das tendências atuais das mudanças globais.

Em termos urbanísticos, os membros do ICLEI adotaram, no âmbito do Compromisso Malmö, firmado em 2021, uma visão estratégica até 2027 para as mais de 2.500 cidades da sua rede, estabelecida em mais de 130 países, não apenas para recuperação dos efeitos pandêmicos da *coronavirus disease 2019* (COVID-19 – doença do coronavírus 2019), assim como para avanços em ações urgentes sobre o clima, a natureza e a saúde. Essas diretrizes são pautadas nos seguintes eixos de desenvolvimento (ICLEI, 2021):

- a) alcance de emissão líquida zero, com impulso da integração de ações voltadas ao clima e à energia local, concretizadas a partir da coerência de investimentos;
- b) adoção de soluções baseadas na natureza para a melhoria das condições de biodiversidade e para o restabelecimento da integridade dos ecossistemas dentro e ao redor das cidades, tanto para sustentabilidade econômica e integridade social, como para bem-estar e resiliência das comunidades urbanas;
- c) promoção da economia circular com dissociação do consumo de recursos e da geração de resíduos, baseada na colaboração entre cidadãos, empresas, governos e cientistas, visando ao apoio a inovações em empreendimentos e à geração de empregos dignos para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos;
- d) incremento da resiliência urbana para antecipação, prevenção, absorção e recuperação de impactos notadamente provocados por rápidas alterações ambientais, tecnológicas, sociais e demográficas, com otimização tanto de estruturas para respostas essenciais quanto de funções básicas dos sistemas;
- e) planejamento equitativo e centrado nas pessoas para construção de comunidades inclusivas, tratando das causas sistêmicas da pobreza, salvaguardando os sistemas de suporte à vida humana e garantindo a oferta, pelos ambientes natural e construído, dentro e no entorno das cidades, de melhores condições de habitabilidade, igualdade, segu-

rança, justiça e saúde.

Evidentemente, essas políticas devem ser alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável preconizados pela Agenda 2030, firmada pelos membros das Nações Unidas em meados da década passada (UN-DESA, 2015), tornando seus resultados mais efetivos e integrados. Essas metas globais incluem sinergicamente os variados aspectos para sustentabilidade ambiental, social e econômica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos argumentos levantados, depreende-se a relevância da temática estudada. Mesmo com o alcance do objetivo geral preconizado para a pesquisa e não obstante o variado enunciado de postulados teórico-conceituais sobre o tema, os exemplos práticos ainda não são suficientes para a sistematização de soluções para enfrentamento definitivo dos desafios impostos pelas mudanças climáticas às cidades contemporâneas.

No âmbito das políticas de urbanização, restam pendências para compatibilização dos benefícios e adversidades do adensamento urbano voltado à atenuação do aquecimento global. No contexto das políticas de mitigação, cabe a promoção da sinergia entre vertentes multiesca-lares, com associação de resultados de intervenções da micro à macro escala. Na esfera das políticas de adaptação, persiste a urgência de viabilização de áreas urbanizadas resilientes, mesmo sob estresse extremo, inclusive com base nos objetivos do desenvolvimento sustentável. Cabe destacar, ainda, o imperativo de integração de todas essas diretrizes visando à prevenção de conflitos nos direcionamentos do planejamento e desenho das cidades.

Diante da limitação para resolução dos problemas levantados, conclui-se pela necessidade de aprofundamento de diagnósticos da realidade atual e, sobretudo, de cenários prospectivos, visando à sistematização de soluções integradas e de diferenciados alcances temporais para a conformação da resiliência urbana. Essas e outras metas globais somente serão alcançadas com o envolvimento e compromisso da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

BORSODORF, Axel. Hacia la ciudad fragmentada. Tempranas estructuras segregadas en la ciudad latinoamericana. Scripta Nova – Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales [online], Barcelona, ES: Universidad de Barcelona – UB, v.VII, n.146(122). Ago. 2003. [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(122\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(122).htm)

BROTO, Vanesa Castán; BULKELEY, Harriet. A survey of urban climate change experiments in 100 cities. Global Environmental Change, London, UK: Elsevier, v.23, n.1, p.92-102, Feb. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.07.005>

CLARK, Tim. Manchester City Council consults on 15,000-home regeneration plans. Inside Housing, News, Aug. 06, 2018. Disponível em: <https://www.insidehousing.co.uk/news/news/manchester-city-council-consults-on-15000-home-regeneration-plans-57481>. Acesso em: 12 jan. 2022.

DODMAN, David. Urban form, greenhouse gas emissions and climate vulnerability. In: GUZMÁN, José Miguel; MARTINE, George; McGRANAHAN, Gordon; SCHENSUL, Daniel; TACOLI, Cecilia. (Ed.)

- Population dynamics and climate change. New York, NY, US: United Nations Population Fund – UNFPA; London, UK: International Institute for Environment and Development – IIED, 2009, p.64-79.
- EWING, Reid; BARTHOLOMEW, Keith; WINKELMAN, Steve; WALTERS, Jerry; CHEN, Don. Growing cooler: The evidence on urban development and climate change. Washington, DC, US: Urban Land Institute – ULI, 2008.
- FRANTZESKAKI, Niki. Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy*, Amsterdam, NL: Elsevier BV, n.93, p.101-111, Mar. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033>
- GALDERISI, Adriana; LIMONGI, Giada; SALATA, Konstantina-Dimitra. Strengths and weaknesses of the 100 resilient cities initiative in Southern Europe: Rome and Athens' experiences. *City, Territory and Architecture*, London, UK: Springer Open, v.7, n.16, Nov. 2020. <https://doi.org/10.1186/s40410-020-00123-w>
- GILL, Susannah E., HANDLEY John F., ENNOS, A. Roland; PAULEIT, Stephan. Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, Abingdon, UK: Alexandrine, v.33, n.1, p.115-133, 2007. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>
- GODSCHALK, David R. Urban risk mitigation: Creating resilient cities. *Natural Hazards Review*, Reston, VA, US: American Society of Civil Engineers – ASCE, v.4, n.3, p.136-143, Aug. 2003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1527-6988\(2003\)4:3\(136\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:3(136))
- GOTTDIENER, Mark; BUDD, Leslie. *Key concepts in urban studies*. London, UK: Sage, 2005.
- HAMIN, Elisabeth M., GURRAN, Nicole. Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia. *Habitat International*, London, UK: Elsevier, v.33, p.238-245, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.005>
- HARDT, Letícia Peret Antunes; HARDT, Carlos; HARDT, Marlos; HARDT, Valéria Romão Morellato. Green piece: Awareness strategy in an era of change. In: *International Federation of Landscape Architects World Congress, 50th, Auckland, NZ, 2013. Proceedings...* Auckland, NZ: International Federation of Landscape Architects – IFLA, 2013, p.297-302.
- HULME, Mike; JENKINS, Geoff; LU, Xianfu; TURNPENNY, John; MITCHELL, Tim; JONES, Richard; LOWE, Jason; MURPHY, James; HASSELL, David; BOORMAN, Penny; McDONALD, Ruth; HILL, Steven. *Climate change scenarios for the United Kingdom: The UKCIP02 Scientific Report*, Norwich, UK: Tyndall Centre for Climate Change Research – TCCCR; School of Environmental Sciences – SES; University of East Anglia – UEA, 2002.
- ICLEI – International Council of Local Environmental Initiatives [Governos Locais para a Sustentabilidade]. *ICLEI in the urban área: Our vision for a sustainable urban world*. 2021. Disponível em: https://e-lib.iclei.org/publications/ICLEI_in_the_Urban_Era_2021.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.
- ICLEI – International Council of Local Environmental Initiatives [Governos Locais para a Sustentabilidade]. *Publications*. 2022. Disponível em: <https://www.iclei.org/en/publications.html>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2007: Synthesis Report*. 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. The Intergovernmental Panel on Climate Change. [2022a] Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022b. AR6 Synthesis Report: Climate change 2022. 2022b. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

LIMONAD, Ester. Urbanização dispersa: mais uma forma de expressão urbana? Formação, Presidente Prudente, SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP, v.1, n.14, p.31-45, 2007. <https://doi.org/10.33081/formacao.v1i14.705>

LINDSEY, Rebecca; DAHLMAN, Luann. Climate change: Global temperature. 2021. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MATOS, Melina da Silva; LIMA, Willian Carlos Siqueira. Urban planning practices to face the challenges related to climate change and hazard risk. In: International Workshop Urban Knowledge Net – UKN 2017, Curitiba, PR, 2017. Annals... Curitiba, PR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, 2017, p.1-15. <http://www.ukn2017.com.br/anais>

OBE – Oldcastle Building Envelope. Historic Burnham building gets new lease on life from HKS. [2022] Disponível em: <https://www.aia.org/articles/6194320-historic-burnham-building-gets-new-lease-o>. Acesso em: 12 jan. 2022.

PASSOS, Vinicius Fabiano; AQUINO NETO, Sidney; ANDRADE, Adalgisa Rodrigues de; REGINATTO, Valeria. Energy generation in a microbial fuel cell using anaerobic sludge from a wastewater treatment plant. Scientia Agricola, Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, v.73, n.5, p.424-428, set./out. 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0194>

PESCATORI, Carolina. Cidade compacta e cidade dispersa: ponderações sobre o projeto do Alphaville Brasília. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, São Paulo, SP: Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, v.17, n.2, p.40-62, ago. 2015. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2015v17n2p40>

PIZARRO, Rafael E.; BLAKELY, Edward; DEE, John. Urban planning and policy faces climate change. Built Environment, Abingdon, UK: Alexandrine, v.32, n.4, p.400-412, 2006. <https://doi.org/10.2148/benv.32.4.400>

SILVA, Mariano Andrade da; XAVIER, Diego Ricardo ; ROCHA, Vânia. Do global ao local: desafios para redução de riscos à saúde relacionados com mudanças climáticas, desastre e Emergências em Saúde Pública. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, RJ: Centro Brasileiro de Estudos de Saúde – CBES, v.44, n.spe2, p.48-68, jul. 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-11042020E204>

TEMPLETON, Amelia. Portland votes 'yes' on plan to turn poop into vehicle fuel. OPB, Science Environment, Apr. 19, 2017. Disponível em: <https://www.opb.org/news/article/portland-oregon-methane-convert-natural-gas/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

UN-FCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. What is the Kyoto Protocol? [2022] Disponível em: https://unfccc.int/kyoto_protocol. Acesso em: 12 jan. 2022.

UN-DESA – United Nations – Department of Economic and Social Affairs. The 17 goals. 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 14 jan. 2022.

UN-HABITAT – United Nations Human Settlements Programme. Guide to the City Resilience Profiling Tool. 2018. <https://unhabitat.org/guide-to-the-city-resilience-profiling-tool>. Acesso em: 10 jan. 2022.

UN-HABITAT – United Nations Human Settlements Programme. Climate change. [2022] Disponível em: <https://unhabitat.org/topic/climate-change>. Acesso em: 10 jan. 2022.

USI – Urban Strategies Inc. East Manchester regeneration strategy. 2007. Disponível em: <https://www.urbanstrategies.com/project/east-manchester-regeneration-strategy/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

WATSON, Andrew. Should green roofs be mandatory? North West Place, Comment, Sep. 28, 2018. Disponível em: <https://www.placenorthwest.co.uk/news/comment-should-green-roofs-be-mandatory/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

WHITMARSH, Lorraine. What's in a name? Commonalities and differences in public understanding of "climate change" and "global warming". Public Understanding of Science, London, UK: Sage, v.18, n.16, p.401-420, Jul. 2009. <https://doi.org/10.1177/0963662506073088>

WU, Zhou; WANG, Bo; XIA, Xiaohua. Large-scale building energy efficiency retrofit: Concept, model and control. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Energy, London, UK: Thomas Telford; Institution of Civil Engineers – ICE, n.109, p.456-465, Aug. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.04.124>