

DESENHO URBANO E CONFORTO TÉRMICO: parâmetros de análise para cidades médias de clima quente

DISEÑO URBANO Y CONFORT TÉRMICO: parámetros de análisis para ciudades medianas con climas cálidos

URBAN DESIGN AND THERMAL COMFORT: analysis parameters for medium-sized cities with warm climates

ALBANI, VIVIAN

Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). E-mail: vivianalbani@ifes.edu.br

SILVA, MARIANA DOS SANTOS

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Bacharel em Arquitetura e Urbanismo no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). E-mail: mariana.silva.51@edu.ufes.br

PESSIM, LUCAS FREITAS

Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). E-mail: lucaspessim96@gmail.com

RESUMO

Em cidades médias inseridas em contextos de clima quente, os processos recentes de expansão urbana e adensamento têm contribuído para o agravamento das condições microclimáticas, especialmente quando associados à impermeabilização do solo, à redução da vegetação e à ausência de diretrizes ambientais no planejamento urbano. Nesses contextos, decisões relacionadas ao desenho urbano produzem impactos diretos no desempenho térmico dos espaços públicos e residenciais, com reflexos na qualidade ambiental e no bem-estar da população. Diante desse cenário, este artigo discute de que maneira o desenho urbano e os parâmetros que o compõem podem atuar na mitigação ou intensificação do desconforto térmico em cidades médias. A análise articula revisão bibliográfica, legislação urbanística e critérios presentes em sistemas de certificação ambiental, permitindo uma leitura integrada das relações entre desenho urbano, regulação normativa e condições térmicas. A discussão indica que a recorrência de padrões urbanos com limitada incorporação de condicionantes ambientais está associada à ausência de critérios climáticos nos instrumentos de planejamento, comprometendo o desempenho ambiental do tecido urbano. Ao organizar esses parâmetros, o estudo oferece subsídios à reflexão crítica sobre o papel do desenho urbano frente aos desafios climáticos contemporâneos, contribuindo para o debate sobre planejamento urbano sensível ao clima em cidades médias.

PALAVRAS-CHAVE: desenho urbano; conforto térmico urbano; cidades médias.

RESUMEN

En ciudades medianas ubicadas en climas cálidos, los recientes procesos de expansión y densificación urbana han contribuido al empeoramiento de las condiciones microclimáticas, especialmente cuando se asocian con la impermeabilidad del suelo, la reducción de la vegetación y la ausencia de directrices ambientales en la planificación urbana. En estos contextos, las decisiones relacionadas con el diseño urbano tienen un impacto directo en el desempeño térmico de los espacios públicos y residenciales, afectando la calidad ambiental y el bienestar de la población. Ante este escenario, este artículo discute cómo el diseño urbano y sus parámetros componentes pueden mitigar o intensificar el malestar térmico en ciudades medianas. El análisis articula una revisión de la literatura, la legislación de planificación urbana y los criterios presentes en los sistemas de certificación ambiental, lo que permite una comprensión integrada de las relaciones entre el diseño urbano, los marcos regulatorios y las condiciones térmicas. La discusión indica que la recurrencia de patrones urbanos con limitada incorporación de restricciones ambientales está asociada con la ausencia de criterios climáticos en los instrumentos de planificación, comprometiendo el desempeño ambiental del tejido urbano. Al organizar estos parámetros, el estudio aporta insumos para la reflexión crítica sobre el papel del diseño urbano frente a los desafíos climáticos contemporáneos, contribuyendo al debate sobre la planificación urbana sensible al clima en ciudades medianas.

PALABRAS-CLAVES: diseño urbano; confort térmico urbano; ciudades medianas.

ABSTRACT

In medium-sized cities located in hot climates, recent processes of urban expansion and densification have contributed to the worsening of microclimatic conditions, especially when associated with soil impermeability, reduced vegetation, and the absence of environmental guidelines in urban planning. In these contexts, decisions related to urban design have a direct impact on the thermal performance of public and residential spaces, affecting environmental quality and the well-being of the population. Given this scenario, this article discusses how urban design and its component parameters can mitigate or intensify thermal discomfort in medium-sized cities. The analysis articulates a literature review, urban planning legislation, and criteria present in environmental certification systems, allowing for an integrated understanding of the relationships between urban design, regulatory frameworks, and thermal conditions. The discussion indicates that the recurrence of urban patterns



REVISTA

PROJETAR

Projeto e Percepção do Ambiente

v.11, n.3, setembro de 2026

with limited incorporation of environmental constraints is associated with the absence of climatic criteria in planning instruments, compromising the environmental performance of the urban fabric. By organizing these parameters, the study provides input for critical reflection on the role of urban design in the face of contemporary climate challenges, contributing to the debate on climate-sensitive urban planning in medium-sized cities.

KEYWORDS: urban design; urban thermal comfort; medium-sized cities.

Recebido em: 29/01/2026

Aceito em: 28/07/2026

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização exerce influência direta sobre o meio natural e sobre as condições ambientais das cidades, especialmente no que se refere ao clima urbano e ao conforto térmico da população. A transformação da paisagem natural em paisagem construída, marcada pela supressão da vegetação, pela impermeabilização do solo e pela introdução de materiais com distintas propriedades térmicas, altera o balanço energético urbano e interfere nas variáveis climáticas locais, como temperatura do ar, ventilação e umidade (Monteiro, 1976; Oke, 1987; Oke *et al.*, 2017). Quando dissociado de estratégias de planejamento sensíveis às condições climáticas, esse processo tende a intensificar o desconforto térmico nos espaços urbanos, sobretudo em áreas abertas de uso coletivo.

Nesse contexto, diversos estudos demonstram que o desenho urbano atua como elemento mediador entre o processo de urbanização e a configuração do clima urbano. Aspectos como densidade construtiva, gabarito das edificações, orientação e largura das vias, escolha de materiais, presença de áreas verdes e permeabilidade do solo interferem diretamente nas condições microclimáticas, influenciando a incidência solar, a circulação dos ventos e a dissipação do calor acumulado no ambiente urbano conforme proposto por (Monteiro, 1976; Oke, 1987; Givoni, 1989) e reafirmado por pesquisas contemporâneas no campo do clima urbano e do conforto térmico (Gartland, 2010; Oke *et al.*, 2017; Liu; Li; Xi, 2023). Em cidades inseridas em contextos de clima quente, essas relações tornam-se ainda mais sensíveis, uma vez que a combinação entre altas temperaturas, baixa arborização e elevada impermeabilização tende a potencializar os efeitos do aquecimento urbano e das ilhas de calor (Amorim, 2021).

Estudos posteriores reforçam essa compreensão ao evidenciar que padrões de desenho urbano caracterizados por elevada densidade construtiva, baixa cobertura vegetal e alto grau de impermeabilização contribuem para o aumento das temperaturas do ar e para a intensificação das ilhas de calor urbanas (Gartland, 2010; Amorim *et al.*, 2020). Tais evidências consolidam a compreensão de que o desenho urbano desempenha papel central na mediação entre urbanização e clima urbano, especialmente em cidades de porte médio localizadas em regiões de clima quente.

As cidades médias brasileiras apresentam desafios particulares nesse cenário. Marcadas por processos recentes e acelerados de expansão urbana, frequentemente associados à limitada incorporação de critérios climáticos no planejamento, essas cidades tendem a reproduzir modelos urbanísticos pouco adaptados às condições ambientais locais (Pinheiro; Guedes; Barbieri, 2016). A ausência de diretrizes específicas voltadas ao conforto térmico, aliada à expansão dispersa e ao crescimento da malha urbana sobre áreas ambientalmente sensíveis, contribui para a intensificação do desconforto térmico e para a redução da qualidade ambiental dos espaços públicos. Apesar de sua relevância demográfica e territorial, as cidades médias ainda são menos investigadas sob a ótica do desenho urbano climático, evidenciando uma lacuna analítica e metodológica no campo do planejamento urbano.

Diante disso, torna-se fundamental desenvolver abordagens capazes de identificar e sistematizar parâmetros do desenho urbano associados ao conforto térmico em escala municipal, especialmente em cidades médias de clima quente. A construção de critérios analíticos replicáveis, fundamentados no diálogo entre o referencial teórico, os instrumentos normativos e diretrizes técnicas de sustentabilidade, apresenta-se como um caminho promissor para subsidiar o planejamento urbano sensível ao clima e a mitigação dos efeitos do aquecimento urbano.

Assim, este artigo tem como objetivo identificar e sistematizar os principais parâmetros do desenho urbano que influenciam o conforto térmico em cidades médias inseridas em contextos de clima quente, a partir da análise integrada do referencial teórico, da legislação urbanística e de sistemas de certificação ambiental com potencial aplicação à escala urbana. Busca-se, dessa forma, contribuir para a formulação de estratégias e instrumentos que auxiliem o planejamento urbano na incorporação de variáveis climáticas, com foco na melhoria da qualidade ambiental e do conforto térmico nos espaços urbanos.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste artigo possui caráter qualitativo, exploratório e analítico, estruturando-se a partir da articulação entre revisão bibliográfica, sistematização de parâmetros e análise empírica de natureza normativa. O objetivo central consiste em identificar e discutir parâmetros do desenho urbano associados ao conforto térmico, bem como analisar de que forma tais parâmetros são incorporados, ou não, nas diretrizes urbanísticas e normativas vigentes.

A etapa inicial consistiu em uma revisão bibliográfica abrangente, com a seleção de livros, artigos científicos e normas técnicas que abordam a relação entre urbanização, meio natural, clima urbano e conforto térmico. Foram consultadas obras clássicas e contemporâneas que discutem o processo de urbanização e suas implicações ambientais, com destaque para autores como Milton Santos (1993), Ermínia Maricato (2002) e Françoise Choay (1992), bem como estudos fundamentais sobre clima urbano e conforto térmico, por meio de autores como Lamberts; Dutra; Pereira (2014), Oke (1987), Oke *et al.* (2017) e Monteiro (1976). Complementar a isso, foram analisadas pesquisas aplicadas a cidades médias inseridas em contextos de clima quente, buscando identificar padrões recorrentes entre desenho urbano e conforto térmico.

A partir desse levantamento teórico, foi elaborado um quadro-síntese contendo os principais parâmetros urbanos associados ao conforto térmico em escala urbana, incluindo: presença e distribuição da vegetação, permeabilidade do solo, morfologia e densidade urbana, uso e ocupação do solo, mobilidade, presença de corpos d'água e características da infraestrutura urbana.

Na etapa empírica, adotou-se o município de Colatina–ES como recorte espacial, selecionado para viabilizar a aplicação da metodologia proposta. Colatina é classificada como cidade média não metropolitana, de acordo com critérios demográficos e funcionais amplamente utilizados na literatura, apresentando população urbana superior a 100 mil habitantes e exercendo papel de centralidade regional (Andrade; Serra, 1998; Albani, 2012). Segundo o Censo Demográfico de 2022, aproximadamente 88% da população do município, cerca de 120 mil habitantes, reside em áreas urbanas (IBGE, 2022).

A escolha desse recorte empírico também se justifica pelo fato de que estudos aplicados a cidades médias não metropolitanas evidenciam processos de expansão urbana frequentemente marcados pela dispersão territorial e por fragilidades na articulação entre planejamento urbano e instrumentos normativos, resultando em padrões de crescimento pouco sensíveis às condicionantes ambientais (Albani, 2012). Esse contexto reforça a pertinência de uma abordagem metodológica centrada na análise da legislação urbanística, uma vez que os instrumentos normativos exercem influência direta sobre a conformação do desenho urbano.

Do ponto de vista regional, Colatina integra a região Centro-Oeste do estado do Espírito Santo, conforme a divisão regional estabelecida pela Lei Estadual nº 11.174/2020 (Espírito Santo, 2020), reforçando sua função de articulação territorial e de provisão de serviços e infraestrutura para municípios do entorno. Ressalta-se que o município não constitui o objeto central da pesquisa, sendo utilizada como suporte empírico para examinar, de forma aplicada, como os parâmetros identificados na literatura são incorporados em instrumentos normativos municipais. Dessa forma, os procedimentos metodológicos deste estudo são passíveis de serem replicados em análises semelhantes.

A análise empírica concentrou-se na legislação urbanística vigente no município, incluindo o Plano Diretor Municipal (PDM), a Lei de Parcelamento do Solo Urbano e a Lei Orgânica Municipal, com o objetivo de identificar diretrizes, índices urbanísticos e dispositivos legais com potencial impacto sobre o conforto térmico no desenho urbano. Paralelamente, foram analisadas ferramentas de certificação ambiental sendo: LEED, AQUA-HQE, Procel Edifica e Selo Casa Azul. A seleção dessas certificações baseou-se em três critérios principais:

- (i) reconhecimento institucional e difusão no Brasil;
- (ii) relevância para a discussão da sustentabilidade no ambiente construído; e
- (iii) presença de critérios relacionados, direta ou indiretamente, ao conforto térmico, com potencial de aplicação não apenas à escala da edificação, mas também à escala urbana e ao desenho dos espaços públicos.

Embora a maioria das certificações analisadas contribuam para a discussão da qualidade ambiental das edificações, observou-se que a maioria apresenta enfoque predominantemente voltado para edificações, com aplicação limitada à escala urbana. Diante disso, optou-se por aprofundar a análise do Selo Casa Azul, por se tratar da certificação que contempla, de forma mais abrangente, parâmetros urbanísticos, como mobilidade, áreas verdes, infraestrutura urbana e qualidade ambiental do entorno, aspectos diretamente relacionados ao conforto térmico.

Por fim, o cruzamento entre o referencial teórico, a análise da legislação urbanística e os critérios das certificações ambientais permitiu discutir os limites e potencialidades dos instrumentos legais de ordenamento territorial como meios de incorporação de variáveis climáticas no planejamento das cidades, com foco nos parâmetros do desenho urbano associados ao conforto térmico.

3 URBANIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS NO MEIO NATURAL E NO CLIMA URBANO

A urbanização pode ser compreendida como um processo histórico contínuo, resultado de transformações socioeconômicas, políticas e culturais que moldam a organização espacial das cidades (Lefebvre, 1991; Cerdá, 1867). Diferentemente do crescimento urbano, associado ao aumento físico ou demográfico, e da expansão urbana, relacionada à dispersão territorial, a urbanização envolve a reorganização das dinâmicas sociais, produtivas e ambientais que estruturam o espaço urbano ao longo do tempo. Com o avanço da industrialização, esse processo se intensificou por meio da concentração de atividades, mão de obra e infraestrutura nos centros urbanos, alterando padrões de ocupação, densidade e uso do solo, ao mesmo tempo, em que gerou desafios sanitários, habitacionais e territoriais (Choay, 1992).

No Brasil, a urbanização ocorreu de forma acelerada e desigual, marcada pela ausência de planejamento urbano integrado e pela ocupação de áreas vulneráveis, como margens de rios e encostas íngremes (Santos, 1993; Maricato, 2002). A concentração de atividades econômicas, aliada à lógica da especulação imobiliária, impulsionou transformações urbanas não planejadas, resultando em desigualdade socioespacial, exclusão social e degradação ambiental. Esse processo consolidou um modelo urbano ainda presente em muitas cidades brasileiras de porte médio, marcado por limitações na oferta de saneamento básico, drenagem urbana, mobilidade, áreas verdes e equipamentos públicos, além da permanência de vulnerabilidades socioambientais.

Os impactos ambientais desse modelo manifestam-se, sobretudo, na impermeabilização excessiva do solo, na redução da cobertura vegetal e na substituição de superfícies naturais por materiais com elevada capacidade de absorção térmica. Monteiro (1976) e Oke (1987) demonstram que essas alterações interferem diretamente no balanço energético urbano, favorecendo a retenção de calor e a redução da ventilação natural e a alteração dos fluxos de energia, resultando em modificações significativas no microclima. Estudos posteriores reforçam essa relação ao evidenciar que padrões de desenho urbano caracterizados por alta densidade construtiva, baixa arborização e elevada impermeabilização contribuem para o aumento das temperaturas do ar e para a intensificação das ilhas de calor urbanas, especialmente em cidades de porte médio (Garland, 2010; Amorim *et al.*, 2020).

Nesse sentido, Amorim *et al.* (2009) demonstram que cidades médias, mesmo inseridas em contextos climáticos e trajetórias históricas distintas, podem apresentar padrões térmicos semelhantes quando estruturadas a partir de padrões de urbanização e desenho urbano caracterizados por elevada densidade construtiva, baixa permeabilidade do solo e baixa disponibilidade de arborização. Esses resultados reforçam a compreensão de que o desenho urbano atua como elemento mediador entre o processo de urbanização e a produção do clima urbano, especialmente em contextos de clima quente.

Os efeitos da urbanização, portanto, ultrapassam a dimensão físico-territorial e afetam diretamente a qualidade ambiental e o bem-estar da população. A compreensão desse processo exige uma leitura integrada entre sua evolução histórica, as interferências no meio natural e as alterações climáticas produzidas pelo espaço urbanizado, estabelecendo a base conceitual para a identificação dos parâmetros do desenho urbano que influenciam o conforto térmico.

Para além das transformações morfológicas, a urbanização altera de maneira significativa o meio natural ao substituir ecossistemas originais por superfícies construídas e modificando processos ambientais essenciais. Conforme destaca Jatobá (2011), quando a expansão urbana ocorre sem diretrizes integradas de planejamento, tende a se sobrepor às características físicas do território, produzindo danos cumulativos ao solo, à vegetação e aos recursos hídricos. A canalização de cursos d'água, o desmatamento e a impermeabilização do solo são alguns dos fatores que contribuem para a alteração do regime hidrológico, intensificando eventos como enchentes e erosão e, simultaneamente, favorecem a retenção de calor e a intensificação das ilhas de calor urbanas.

Esses impactos estão diretamente relacionados à forma como a expansão urbana ocorre. As decisões associadas ao parcelamento do solo, ao traçado viário e a adaptação da urbanização à topografia condicionam o desenho urbano e o grau de alteração do meio natural (Mascaró, 2005). Do ponto de vista ambiental, essas escolhas resultam na substituição de áreas naturais por superfícies pavimentadas, o que reduz a infiltração da água, aumenta o escoamento superficial e eleva as temperaturas locais, comprometendo o equilíbrio térmico urbano (Miller; Spoolman, 2012).

No contexto brasileiro, esse processo foi frequentemente orientado pela adoção de modelos urbanísticos importados, dissociados das condições locais de topografia, clima e vegetação, como critica Maricato (2002), resultando em ocupações urbanas ambientalmente frágeis e socialmente vulneráveis. Santos (1993) reforça que a urbanização no país, ao ignorar limites ecológicos, ampliou riscos ambientais e comprometeu a qualidade ambiental das cidades. Por outro lado, experiências consolidadas demonstram que a integração entre urbanização e sistemas naturais pode mitigar impactos ambientais e climáticos de maneira significativa. Nesse sentido, foi elaborado um quadro síntese (Quadro 1) com o objetivo de sistematizar estratégias urbanas já aplicadas no Brasil e em contextos internacionais, destacando os resultados observados e os principais desafios associados à sua implementação.

Quadro 1: Estratégias urbanas já aplicadas em diferentes cidades para mitigação do desconforto térmico, 2025.

Estratégias	Descrição	Resultados	Exemplos de aplicação	Local de intervenção	Desafios	Referências
Arborização urbana e áreas verdes	Plantio e manejo de árvores, parques, jardins	Redução da temperatura, melhoria do microclima e do ar	Programa Cidade Verdes Resilientes (PCVR) e Plano Nacional de Arborização Urbana (PlaNAU); Projeto em São Paulo; Phoenix (EUA)	Espaços públicos, áreas abertas	Exige manutenção, espaço disponível e gestão eficiente	Brasil, 2024; 2025; Maruyama, 2020; Nunes, 2025; Santamouris; Garshasbi, 2020; Alhammadi, 2024
Cadastro Ambiental Urbano (CAU)	Plataforma digital de monitoramento	Apoia planejamento e participação social; melhora gradual do microclima	Brasil	Gestão urbana	Requer atualização constante de dados	Brasil, 2025
Pavimentos reflexivos	Uso de materiais claros (concreto, etc.)	Redução da temperatura superficial; maior durabilidade	São Paulo (Maruyama, 2020); Phoenix (EUA)	Ruas, calçadas	Pode gerar ofuscamento; custo em larga escala	Maruyama, 2020; Nunes, 2025; Santamouris; Garshasbi, 2020; Alhammadi, 2024
Pavimentos permeáveis	Superfícies que permitem infiltração	Resfriamento evaporativo; redução de temperatura	Projeto em São Paulo	Ruas, calçadas, praças	Exige manutenção; eficácia reduzida em áreas muito densas	Maruyama, 2020
Telhados frios	Coberturas com alta refletância solar	Reduz aquecimento interno; menor emissão de calor	Phoenix (EUA)	Edifícios	Risco de ofuscamento	Nunes, 2025; Santamouris; Garshasbi, 2020; Alhammadi, 2024
Tecnologias de resfriamento urbano	Sistemas artificiais (ex.: nebulizadores)	Resfriamento imediato de áreas externas	Dubai (EAU)	Espaços públicos	Alto custo de operação e manutenção	Nunes, 2025; Santamouris; Garshasbi, 2020
Integração com transporte e mobilidade	Incentivo ao transporte coletivo, redução do veículo individual	Menor emissão de calor e poluentes; melhora indireta do microclima	Phoenix (EUA)	Gestão e mobilidade urbana	Depende de políticas integradas	Nunes, 2025
Infraestrutura verde integrada e parques lineares	Parques associados à drenagem e áreas verdes contínuas	Redução de riscos hidrológicos, melhoria do microclima	Curitiba (Brasil)	Fundos de vale, áreas ribeirinhas e corredores urbanos	Planejamento de longo prazo, coordenação institucional e manutenção	Paraná, 2002 Ippuc, 2026
Parques fluviais e corredores verdes	Requalificação de margens de rios com criação de parques e corredores bióticos	Redução térmica e reconexão ecológica	Medellín (Colômbia)	Margens de rios e eixos urbanos densos	Custos elevados e limitações físicas do tecido urbano consolidado	Cabezas, 2014; Nelo; Silva; Ribeiro, 2024
Renaturalização de cursos d'água urbanos	Remoção de estruturas viárias, recuperação do leito fluvial e reintrodução de vegetação	Redução da temperatura, melhoria da ventilação	Seul (Coreia do Sul) Rio Cheonggyecheon	Áreas centrais e fundos de vale	Alta complexidade técnica	Reis; Silva, 2015

Fonte: Elaborado pelos autores

Essas experiências evidenciam que o redesenho urbano articulado à recuperação ambiental apresenta elevado potencial para mitigar efeitos climáticos adversos e qualificar o espaço urbano. Ao posicionar rios, áreas verdes e sistemas naturais como elementos estruturadores do desenho urbano, tais intervenções superam a lógica da preservação ambiental isolada, incorporando decisões projetuais, instrumentos de planejamento, políticas públicas e investimentos capazes de reorientar processos históricos de degradação do território.

Do ponto de vista analítico, essas evidências empíricas reforçam os pressupostos teóricos que compreendem o clima urbano como resultado da interação entre processos naturais e transformações antrópicas, conforme formulado por Monteiro (1975) e Oke (1987), e reafirmado por estudos posteriores no campo do clima urbano e do conforto térmico (Grimm *et al.*, 2008; Gartland, 2010; Oke *et al.*, 2017; Liu; Li; Xi, 2023).

Essas questões tornam-se ainda mais relevantes para cidades de porte médio, onde a expansão urbana tende a ocorrer de forma acelerada, dispersa e frequentemente desvinculada de instrumentos eficazes de planejamento e controle do uso do solo. Esse modelo de urbanização exerce pressão sobre áreas periurbanas, promovendo a conversão de terras antes destinadas a atividades agrícolas ou de preservação ambiental em áreas urbanizadas com baixa oferta de infraestrutura, serviços e equipamentos públicos.

Em contextos caracterizados por relevo acidentado e expansão urbana recente, essa dinâmica resulta na ocupação de áreas ambientalmente frágeis, nas quais a supressão da vegetação e a impermeabilização do solo intensificam processos erosivos, alteram o balanço térmico urbano e ampliam a vulnerabilidade ambiental. Esses impactos, no entanto, não se distribuem de forma homogênea no território. De modo geral, populações de menor renda, frequentemente negras, pardas e com menor nível de escolaridade, tendem a se concentrar nessas áreas de expansão, localizando-se mais distantes das ofertas de emprego, tendo menor acesso a áreas verdes, lazer, saúde e mobilidade urbana adequada, evidenciando um padrão estrutural de desigualdade socioespacial na produção das cidades brasileiras (Maricato, 2002). Essa configuração contribui para a intensificação de vulnerabilidades ambientais e urbanas, as quais podem agravar as condições de conforto ambiental em contextos urbanos.

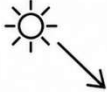
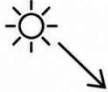
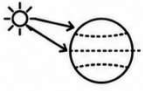
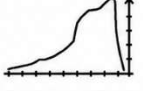
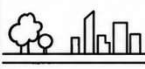
Assim, os efeitos da urbanização sobre o meio natural e o clima urbano configuram também um problema de justiça socioambiental e de direito à cidade, uma vez que a degradação ambiental e o desconforto térmico incidem de maneira mais intensa sobre grupos socialmente vulneráveis. Compreender a relação, portanto, não se limita à análise física do território, mas envolve reconhecer como as escolhas de planejamento urbano influenciam o acesso desigual à natureza, ao conforto ambiental e à qualidade de vida (Monteiro, 1976).

O processo de urbanização, ao substituir a paisagem natural por uma paisagem antropizada, interfere diretamente nos ecossistemas e modifica os padrões climáticos locais (Grimm *et al.*, 2008). Essas alterações estão associadas, sobretudo, à supressão da vegetação, à impermeabilização do solo e ao uso de materiais com diferentes propriedades térmicas, que alteram os fluxos de energia e o balanço térmico urbano, resultando em condições climáticas distintas daquelas observadas em áreas não urbanizadas (Oke *et al.*, 2017). Como consequência, o espaço urbano passa a apresentar mudanças térmicas, sociais e morfológicas perceptíveis, evidenciando que o clima das cidades é produzido a partir da interação entre elementos naturais e transformações antrópicas.

A compreensão dessas alterações exige a análise do clima urbano em diferentes escalas. Mendonça e Danni-Oliveira (2017) destacam que as escalas microclimática, mesoclimática e macroclimática permitem analisar desde fenômenos observados em ruas e bairros até dinâmicas mais amplas ao nível urbano e regional, conforme sistematizado por Oke (1987). Nesse sentido, Monteiro (1975) e Oke (1987) demonstram que as interferências decorrentes da urbanização alteram o balanço energético e os processos atmosféricos locais, intensificando problemas climáticos e produzindo condições ambientais específicas do espaço urbano, o que consolidou o entendimento do clima urbano como um sistema próprio.

As alterações climáticas observadas nas cidades resultam da combinação de diferentes fatores condicionantes, entre os quais se destacam a latitude, a altitude, a radiação solar, os ventos, as massas de água, a topografia, a vegetação e as características da superfície do solo, natural ou construída (Romero, 2000). A interação desses fatores define a configuração do clima urbano, influenciando diretamente variáveis climáticas fundamentais, como temperatura do ar, umidade relativa, precipitação e movimento do ar (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - PBMC, 2013). A Figura 1 sintetiza esses fatores climáticos globais, locais e os principais elementos climáticos associados, evidenciando sua atuação integrada na conformação do clima urbano.

Figura 1: Componentes climáticos p.2, 2000.

Configuração do Clima			
Fatores Climáticos Globais		Elementos Climáticos	
	Radiação solar Quantidade/Qualidade/Inclinação do eixo terrestre/Equilíbrio térmico terrestre		Temperatura Valores médios/ Variações/ Valores extremos/ Diferenças térmicas entre o dia e a noite
	Latitude		Umidade do ar Absoluta/Relativa/Pressão de vapor
	Altitude		Precipitação Chuva/Neve (todo tipo de água que se precipita da atmosfera)
	Ventos		Movimento do ar Velocidade/Direção/Mudanças diárias e estacionais
	Massas de água e terra	Fatores Climáticos Locais	
			Topografia Declividade/Orientação/Exposição/ Elevação
			Vegetação
			Superfície do solo Natural ou Construído/Reflexão/Permeabilidade/ Temperatura/Rugosidade

Fonte: modificado pelos autoresⁱ com base em Romeroⁱⁱ

Quando essas variáveis são alteradas de forma desarticulada do planejamento urbano, surgem problemas ambientais recorrentes, como o aumento das temperaturas médias, a intensificação das ilhas de calor urbanas e a maior frequência de eventos climáticos extremos. Tais fenômenos estão diretamente relacionados à forma urbana, à densidade construtiva, à escolha de materiais, à ausência de áreas verdes e à limitação da ventilação natural (Oke, 1987; Gartland, 2010).

Embora esses impactos tenham origem em processos físicos e espaciais, seus efeitos não se manifestam de maneira homogênea no território urbano. Conforme aponta o PBMC (2013), a exposição diferenciada às condições climáticas adversas faz com que determinados grupos populacionais mais vulneráveis aos efeitos do calor excessivo e da degradação ambiental. Nesse contexto, Lechner (2015) ressalta que considerar o clima local como diretriz estruturante do planejamento urbano é fundamental para minimizar os problemas ambientais e térmicos associados à urbanização e para promover ambientes urbanos mais eficientes do ponto de vista climático.

Caso essas características continuem sendo negligenciadas, os impactos climáticos tendem a se intensificar ao longo do tempo, ampliando riscos ambientais, urbanos e sociais, conforme alerta Saint-Geniès (2018). Assim, a análise do clima urbano constitui um instrumento essencial para subsidiar estratégias de planejamento capazes de mitigar o desconforto térmico, reduzir a vulnerabilidade climática e orientar intervenções urbanísticas mais adequadas às condições ambientais locais.

4 DESENHO URBANO E CONFORTO TÉRMICO URBANO

A configuração espacial das cidades resulta de decisões políticas, econômicas e sociais que se materializam na forma urbana ao longo do tempo (Cunha, 2008). Essa forma urbana, entendida como expressão física do desenho urbano e das diretrizes de planejamento, condiciona diretamente o comportamento climático dos espaços urbanos. Embora planejamento urbano e desenho urbano sejam processos distintos, ambos atuam de maneira integrada: enquanto o planejamento estabelece diretrizes normativas e regulatórias, o desenho

urbano as concretiza por meio do traçado viário, da volumetria edificada, do gabarito e da organização dos espaços livres (Del Rio, 1990).

A literatura aponta que o desempenho climático urbano depende da atuação conjunta de elementos presentes em diferentes escalas espaciais. Na microescala, componentes como arborização, pavimentação e mobiliário urbano influenciam diretamente a experiência térmica do pedestre. A mesoescala envolve a organização de quarteirões, tipologias edificadas e a relação entre fachadas e espaço público, aspectos associados à qualidade do ambiente urbano e ao modo como ele é apropriado pelas pessoas (Gehl, 2013). Já a macroescala refere-se à estrutura da malha urbana, à hierarquia viária e à configuração do tecido urbano, dimensões relacionadas à forma da cidade e à produção do espaço público (Carmona *et al.*, 2021). Essas escalas interagem de forma contínua e interdependente, afetando a ventilação natural, o sombreamento e a retenção de calor no ambiente urbano, conforme sistematizado nos estudos clássicos de clima urbano de Oke *et al.*, (2017).

Nesse contexto, a morfologia urbana constitui papel estratégico relevante para compreender como a forma física da cidade influencia o microclima. Moudon (1997) destaca que parâmetros como densidade, traçado urbano, gabarito das edificações e permeabilidade do solo permitem identificar relações diretas entre a configuração espacial da cidade e seu comportamento térmico. Essa leitura é aprofundada por Oke *et al.* (2017) ao demonstrarem que características como a razão altura/largura das vias (H/W), o alinhamento das edificações e os níveis de densidade e impermeabilização, que configuram os chamados cânions urbanosⁱⁱⁱ, influenciando tanto a ventilação quanto o acúmulo de calor.

Além da forma construída, os materiais urbanos e a cobertura do solo exercem influência significativa sobre o conforto térmico. Superfícies impermeáveis e de baixa refletância tendem a intensificar a absorção e o armazenamento de calor, enquanto a presença de vegetação e pavimentos permeáveis favorece a evapotranspiração e a redução das temperaturas superficiais (Lamberts *et al.*, 2014). Em cidades de clima quente, a arborização urbana e a orientação adequada das vias assumem papel central na mitigação do desconforto térmico, ao promover sombreamento e favorecer a circulação ar, conforme já indicado por Monteiro (1975) e reiterado por estudos posteriores, como Givoni (1989) e Gartland (2010).

Dessa forma, o desenho urbano atua como mediador entre o ambiente construído e as condições climáticas locais, sendo composto por um conjunto de parâmetros que influenciam diretamente o conforto térmico urbano. Reconhecer a influência isolada e combinada de elementos como densidade, gabarito, orientação viária, materiais, vegetação, permeabilidade e topografia é fundamental para a definição de parâmetros urbanísticos aplicáveis à análise climática das cidades, permitindo sua utilização em diferentes contextos urbanos e constituindo o objetivo central deste estudo.

O processo de urbanização altera significativamente o clima local, influenciando diretamente a sensação térmica percebida nos espaços urbanos, especialmente em áreas abertas. Segundo American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2013, p.3) o conforto térmico pode ser compreendido como “estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico e é avaliado por meio de avaliação subjetiva”. Ainda que essa definição tenha sido sistematizada posteriormente em normas técnicas, autores clássicos já destacavam a natureza integrada e dinâmica do conforto térmico. Monteiro (1975) amplia essa definição ao relacionar o conforto térmico ao equilíbrio entre os elementos climáticos que afetam o corpo humano, sem a presença de extremos térmicos. Givoni (1989), por sua vez, aprofunda essa abordagem ao evidenciar que o ambiente urbano interfere nesse equilíbrio ao modificar variáveis como ventilação, radiação solar e umidade, tornando determinadas áreas mais suscetíveis ao desconforto térmico, especialmente em climas quentes.

Nesse contexto, o desenho urbano exerce papel determinante sobre as condições microclimáticas. O uso predominante de materiais impermeáveis e de alta absorção térmica, como concreto e asfalto, favorece o acúmulo de calor, enquanto a redução da cobertura vegetal compromete mecanismos naturais de resfriamento, como o sombreamento e a evapotranspiração. Gehl (2013) observa que superfícies extensas, rígidas e pouco sombreadas intensificam o aquecimento urbano, dificultando a permanência e o uso qualificado dos espaços públicos. Em contrapartida, a presença de áreas verdes e massas d'água pode contribuir para a moderação das temperaturas, a redução dos extremos térmicos e a qualificação do microclima urbano, conforme demonstrado por Romero (2000).

Além dos materiais e da cobertura do solo, a configuração morfológica da cidade influencia diretamente a circulação do ar e a distribuição térmica. Vias estreitas, gabaritos elevados e alta densidade construtiva podem restringir a ventilação natural, dificultando a dissipação do calor acumulado ao longo do dia (Monteiro, 1975). Acioly; Davidson (2011) destacam que densidades urbanas planejadas de forma equilibrada, associadas à adequada distribuição de espaços livres, controle do gabarito e orientação das edificações contribuem para o

sombreamento e a ventilação natural. Essas interações evidenciam que clima e desenho urbano são dimensões inseparáveis da análise do conforto térmico urbano e, portanto, devem assumir protagonismo nas decisões de planejamento urbano voltadas à construção de cidades mais responsivas às condições climáticas.

A compreensão dessa relação exige a análise integrada das principais variáveis ambientais associadas ao conforto térmico. Temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do vento, atuam de forma simultânea e integrada na percepção térmica dos indivíduos (Lamberts; Dutra; Pereira, 2014). Essas variáveis influenciam diretamente os mecanismos de troca de calor entre o corpo humano e o ambiente, sendo determinantes para a sensação de conforto ou desconforto térmico. Em contextos urbanos caracterizados por elevadas temperaturas e baixa cobertura vegetal, os efeitos dessas variáveis tendem a ser intensificados. Compreender como os fatores climáticos se comportam em função do desenho urbano possibilita identificar áreas mais vulneráveis e orientar estratégias para minimizar o desconforto térmico.

A formação das ilhas de calor urbanas constitui uma das principais consequências climáticas associadas à urbanização. Conforme definido por Oke (1987), o fenômeno corresponde à diferença de temperatura entre áreas urbanizadas e zonas rurais, resultante da impermeabilização do solo, da perda de vegetação e das alterações na circulação do ar. Essa leitura é reforçada por Monteiro (1975) e Barbirato, Souza e Torres (2007), que destacam a influência da geometria urbana no balanço térmico e na ventilação. A intensidade das ilhas de calor, contudo, não é constante. Gartland (2010) complementa essa abordagem ao demonstrar que a intensidade das ilhas de calor varia conforme o período do dia, a estação do ano e as características locais da cidade, sendo mais acentuada em setores densamente construídos e pouco arborizados.

Nesse contexto, os materiais urbanos assumem papel central na intensificação do aquecimento urbano. Givoni (1989) observa que superfícies de alta absorção térmica, intensificam o aquecimento do solo e das edificações, enquanto a impermeabilização reduz os processos naturais de resfriamento. Embora a cobertura vegetal contribua para o sombreamento e para a mitigação térmica, seu efeito isolado é reduzido durante o período noturno, quando a temperatura urbana é fortemente influenciada pelo calor armazenado nos materiais ao longo do dia (Peng *et al.*, 2012). Além disso, fontes de calor antropogênico, como o tráfego de veículos, a iluminação pública e os sistemas de climatização, contribuem para o agravamento das ilhas de calor (Barbirato; Souza; Torres, 2007).

Diante desses impactos, deve-se adotar medidas urbanísticas para mitigar os efeitos negativos provocados pela urbanização sobre o clima urbano e melhorar o conforto térmico em espaços abertos. Givoni (1989) já apontava que intervenções associadas à forma urbana, à vegetação e à escolha de materiais poderiam modificar significativamente as condições microclimáticas. Estudos contemporâneos reforçam essa perspectiva ao evidenciar que a integração entre desenho urbano, infraestrutura verde e materiais de alta refletância constitui uma das abordagens mais eficazes para mitigar os efeitos das ilhas de calor e aprimorar o desempenho térmico das cidades (Oke *et al.*, 2017; Kyriakodis; Santamouris, 2018; Liu; Li; Xi, 2023).

A vegetação urbana assume papel estratégico como instrumento de mitigação térmica quando incorporada de forma planejada ao tecido urbano. Gartland (2010) destaca que a ampliação da cobertura vegetal contribui para a redução das temperaturas em áreas urbanizadas, especialmente quando associada à arborização viária e à qualificação de espaços públicos. No entanto, seu efeito depende da integração com outras estratégias urbanísticas, como a escolha de materiais e a configuração da malha urbana, além de favorecer a permeabilidade do solo e a circulação do ar.

A escolha dos materiais usados no espaço urbano também influencia diretamente o desempenho térmico das cidades. Lamberts, Dutra e Pereira (2014) ressaltam que superfícies com maior refletância solar e menor capacidade de armazenamento térmico contribuem para a redução do aquecimento urbano. Maruyama (2020) demonstra que a adoção de pavimentos permeáveis ou de alta refletância pode reduzir significativamente a temperatura superficial, sobretudo quando associada à arborização e à umidade do solo. Embora a implementação desses parâmetros no desenho urbano seja eficaz para mitigar ilhas de calor urbanas, é necessário considerar cuidadosamente o potencial de ofuscamento devido à sua alta refletividade (Kyriakodis; Santamouris, 2018).

Por fim, a configuração da malha urbana constitui eixo fundamental para a mitigação térmica. Acioly; Davidson (2011) destacam que densidades equilibradas e adequada distribuição de espaços livres favorecem a ventilação natural. Monteiro (1975) reforça que a orientação das vias, o controle do gabarito das edificações e a definição de corredores de vento devem ser considerados no planejamento urbano, a fim de reduzir áreas de estagnação térmica. De forma integrada, estratégias de mitigação do desconforto térmico devem articular desenho urbano, vegetação, escolha de materiais e condições microclimáticas locais. Essa abordagem amplia a efetividade das intervenções e subsidia a definição de parâmetros urbanísticos mais responsivos ao

clima, contribuindo para a redução das ilhas de calor, a melhoria do conforto ambiental e o fortalecimento da resiliência urbana frente ao aquecimento crescente das cidades.

5 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO URBANA E DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

A incorporação de critérios climáticos ao planejamento urbano é fundamental para a promoção do conforto térmico e da qualidade ambiental nas cidades, sobretudo em contextos de clima quente, onde os efeitos da urbanização tendem a intensificar o desconforto térmico. Nesse sentido, a legislação urbanística e os sistemas de certificação ambiental configuram-se como instrumentos capazes de orientar o desenho urbano, o uso e a ocupação do solo e a adoção de estratégias mitigadoras dos impactos da urbanização sobre o clima urbano. Embora muitos desses instrumentos não tratem explicitamente do conforto térmico, seus dispositivos influenciam diretamente o desenho urbano e o desempenho ambiental das cidades.

A legislação urbanística municipal constitui o principal mecanismo de ordenamento do espaço urbano, ao estabelecer parâmetros normativos que regulam o parcelamento e o uso e a ocupação do solo. Índices como coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, gabarito das edificações, recuos e exigências de áreas públicas interferem diretamente em variáveis determinantes do microclima urbano, como a densidade construtiva, a permeabilidade do solo, a incidência solar e a circulação de ventos. Dessa forma, mesmo quando não orientada por uma abordagem climática explícita, a legislação exerce papel central na configuração térmica do ambiente urbano.

Instrumentos normativos em Colatina-ES

No município de Colatina-ES, os principais instrumentos normativos que regulam a produção do espaço urbano são o Plano Diretor Municipal (PDM), a Lei de Parcelamento do Solo Urbano e a Lei Orgânica Municipal. Esses dispositivos estabelecem parâmetros que estruturam o desenho urbano e condicionam a relação entre áreas edificadas, espaços livres, sistema viário e infraestrutura ambiental, influenciando o desempenho térmico do ambiente urbano.

O Plano Diretor Municipal de Colatina, instituído pela Lei nº 5.273/2007 (Colatina, 2007), constitui o principal instrumento de planejamento urbano do município, orientando o uso e a ocupação do solo a partir de diretrizes voltadas ao desenvolvimento urbano sustentável. Ao estabelecer o zoneamento urbanístico e parâmetros como coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, gabarito das edificações e recuos obrigatórios, o PDM condiciona a relação entre áreas edificadas e espaços livres, interferindo diretamente na incidência solar, na circulação dos ventos e na capacidade de dissipação do calor no ambiente urbano. No entanto, a ausência de diretrizes climáticas explícitas revela um distanciamento entre o instrumento legal vigente e as demandas contemporâneas de mitigação das ilhas de calor e promoção do conforto térmico.

Destaca-se, ainda, que o município de Colatina enfrenta desafios relacionados à atualização periódica do PDM, instrumento previsto pelo Estatuto da Cidade como base para o ordenamento do desenvolvimento urbano. Considerando que o PDM vigente foi instituído em 2007, o município deveria estar em processo de sua segunda revisão decenal, evidenciando um cenário de desatualização normativa frente às transformações territoriais, ao crescimento urbano recente e às exigências atuais de sustentabilidade e adaptação climática. Essa lacuna não se limita a um problema administrativo, mas compromete a capacidade institucional do poder público de orientar o desenvolvimento urbano de forma estratégica, incorporando diretrizes atualizadas relacionadas à arborização urbana, à ventilação, ao controle da impermeabilização do solo e à mitigação dos impactos térmicos.

Essa realidade não é isolada, refletindo um quadro mais amplo no contexto estadual. Dados recentes apresentados pelo Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo (TCE-ES) indicam que 39 municípios capixabas encontram-se com o PDM em atraso ou inexistente, reforçando a fragilidade do planejamento urbano como instrumento estratégico da governança territorial (Soave, 2025). Conforme destacado pelo órgão, o PDM constitui a base para a definição das diretrizes de expansão urbana, alocação de investimentos públicos e estabelecimento de parâmetros construtivos, sendo também referência para a formulação dos Planos Plurianuais (PPA). A fragilidade desses instrumentos amplia a vulnerabilidade institucional frente às mudanças climáticas, especialmente no que se refere à incorporação de estratégias de mitigação das ilhas de calor e de promoção do conforto térmico urbano.

A ausência de atualização periódica do PDM limita a incorporação de estratégias recentes de adaptação às mudanças climáticas, como a promoção de infraestrutura verde, a definição de corredores de ventilação urbana, o estímulo à adoção de materiais de baixa absorção térmica e o controle da impermeabilização excessiva do solo. Em um contexto de aumento das temperaturas médias e intensificação das ilhas de calor,

essa lacuna normativa pode gerar impactos negativos sobre a qualidade ambiental urbana, ampliando a vulnerabilidade climática e o desconforto térmico da população.

Embora o PDM preveja a proteção de áreas verdes, corpos hídricos e áreas de preservação permanente, o instrumento não estabelece diretrizes específicas voltadas à mitigação das ilhas de calor, como exigências mínimas de arborização viária, critérios para sombreamento de espaços públicos, controle do uso de materiais com elevada absorção térmica ou definição de corredores de ventilação. Dessa forma, apesar de seu potencial normativo, a efetividade do plano depende da interpretação técnica e da aplicação de parâmetros que não foram originalmente formulados sob uma perspectiva climática integrada.

A Lei de Parcelamento do Solo Urbano de Colatina, Lei nº 4.227/1996, complementa o Plano Diretor ao regulamentar a subdivisão de glebas e define dimensões mínimas de lotes, largura das vias, alinhamentos e percentuais destinados a áreas públicas (Colatina, 1996). Esses parâmetros impactam diretamente o desenho urbano, especialmente no que se refere à hierarquia viária, à impermeabilização do solo e à disponibilidade de espaços livres. Embora a definição de larguras mínimas das vias possa favorecer a circulação dos ventos e a incidência solar, a ausência de diretrizes obrigatórias para arborização, sombreamento e uso de materiais adequados ao desempenho térmico pode contribuir involuntariamente para o aumento da carga térmica urbana.

A Lei Orgânica Municipal de Colatina, Lei nº 3.547/1990, apresenta diretrizes ambientais mais explícitas ao estabelecer a obrigatoriedade de reserva de áreas verdes em novos loteamentos, incluindo a destinação de espaços para parques florestais com uso de espécies nativas e frutíferas (Colatina, 1990). Essa diretriz representa um avanço no reconhecimento da importância da vegetação para a regulação microclimática urbana, ao favorecer a redução das temperaturas, o aumento da permeabilidade do solo e a melhoria das condições ambientais locais. No entanto, sua efetividade depende da capacidade institucional de fiscalização, da continuidade das políticas públicas e do comprometimento dos empreendedores, fatores que podem limitar seus impactos reais sobre o conforto térmico urbano.

Diante das limitações observadas na legislação urbanística vigente, os sistemas de certificação ambiental assumem papel complementar ao estabelecer critérios técnicos voltados ao desempenho ambiental e à sustentabilidade do ambiente construído. Embora muitos desses sistemas sejam aplicados predominantemente à escala da edificação, alguns apresentam parâmetros passíveis de adaptação à escala urbana, permitindo a avaliação de aspectos relacionados ao conforto térmico, como áreas verdes, permeabilidade do solo, mobilidade urbana, ventilação natural e qualidade dos espaços públicos (Vanzolini, 2023). Assim, a análise integrada entre legislação urbana e sistemas de certificação contribui para a identificação de parâmetros técnicos replicáveis, capaz de subsidiar o aprimoramento das políticas urbanas municipais e a incorporação de critérios climáticos mais responsivos às demandas contemporâneas.

Sistemas de certificação ambiental e sua aplicação à escala urbana

Os sistemas de certificação ambiental têm sido amplamente utilizados como instrumentos de referência para a promoção da sustentabilidade no ambiente construído, incorporando critérios relacionados à eficiência ambiental, ao uso racional dos recursos naturais e à qualidade dos espaços urbanos. Dentre os diversos sistemas existentes, destacam-se aqueles cujos parâmetros apresentam potencial de aplicação à escala urbana, contribuindo para a avaliação e proposição de estratégias voltadas ao conforto térmico.

Entre os sistemas analisados, o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), desenvolvido pelo U.S. Green Building Council (USGBC), apresenta diretrizes relacionadas ao uso do solo, à mobilidade sustentável, à preservação de áreas verdes e à infraestrutura urbana, especialmente por meio de sua vertente voltada ao desenvolvimento urbano e comunitário (*LEED for Neighborhood Development*). Contudo, apesar de sua relevância internacional, sua aplicação no contexto brasileiro ainda é limitada e baseada em parâmetros concebidos a partir de realidades climáticas, socioeconômicas e culturais distintas, impondo restrições à sua adoção direta como instrumento de análise municipal (Green Building Council Brasil, 2025).

O AQUA-HQE (*Haute Qualité Environnementale*), certificação de origem francesa adaptada ao contexto brasileiro pela Fundação Vanzolini em parceria com a Universidade de São Paulo (USP), apresenta critérios que dialogam com o planejamento urbano, ao considerar aspectos como inserção urbana, relação com o entorno, desempenho térmico, seleção racional de materiais e qualidade ambiental dos espaços. Diferente de outras certificações, o AQUA-HQE engloba loteamentos e infraestrutura, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Entretanto, sua aplicação é predominantemente em novos empreendimentos e grandes projetos urbanos, limitando sua utilização em contextos urbanos consolidados (Vanzolini, 2023).

O Procel Edifica, integrante do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, constitui um relevante referencial técnico para avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em edificações. Contudo, por sua natureza metodológica e normativa, sua aplicação restringe-se à escala do edifício, não contemplando diretamente parâmetros relacionados ao desenho do espaço público e à estruturação das cidades (PBE Edifica, 2020).

Dentre os sistemas de certificação analisados, o Selo Casa Azul, desenvolvido pela Caixa Econômica Federal, destaca-se como o mais adequado para análises na escala da cidade, por contemplar critérios socioambientais que podem ser adaptados para o planejamento urbano. Diferentemente de certificações com enfoque predominantemente em edificações individuais, o Selo Casa Azul incorpora diretrizes relacionadas à qualidade urbana e bem-estar, relação com o entorno, paisagismo, mobilidade sustentável, áreas permeáveis, retenção de águas pluviais, orientação solar, estratégias bioclimáticas e conforto térmico, elementos diretamente associados à mitigação das ilhas de calor e à promoção do conforto térmico em escala urbana (Caixa, 2025).

Além disso, trata-se de uma certificação amplamente aplicada no contexto brasileiro, frequentemente associada a programas habitacionais e a empreendimentos de interesse social, reforçando sua pertinência como referencial técnico para municípios de porte médio. Sua aproximação com a realidade socioeconômica nacional confere maior viabilidade à adaptação de seus parâmetros como subsídio técnico para o planejamento urbano municipal.

Dessa forma, o Selo Casa Azul foi adotado como principal referencial analítico deste estudo, principalmente a partir de seus critérios vinculados à qualidade urbana, infraestrutura, mobilidade, áreas verdes, permeabilidade do solo e conforto ambiental externo, e por reunir critérios compatíveis com a leitura da estrutura urbana municipal. A utilização desses critérios permite relacionar o desenho urbano, o uso do solo e os elementos ambientais às condições climáticas locais, oferecendo suporte técnico para a proposição de estratégias voltadas à melhoria do conforto térmico e da qualidade ambiental em escala municipal. As informações referentes aos sistemas de certificação ambiental foram organizadas em um quadro comparativo (Quadro 2), destacando suas escalas de aplicação, principais critérios e potencial de utilização no contexto brasileiro.

Quadro 2: Esquema comparativo dos sistemas de certificação analisados, 2026.

Sistema de certificação	Escala de aplicação	Principais critérios	Aplicabilidade no Brasil
LEED (Edificações e LEED-ND)	Edificações, bairros e comunidades	Localização, mobilidade, desenho urbano, áreas verdes, eficiência energética	Pouco aplicado, apenas no Parque da Cidade (SP) e Ilha Pura (RJ)
AQUA-HQE	Edifícios, loteamentos e grandes projetos urbanos	Gestão ambiental, desempenho térmico, seleção de materiais, alinhamento aos ODS	Adaptado ao Brasil pela Fundação Vanzolini
Procel Edifica	Edificações	Eficiência energética, conforto térmico interno, uso racional de recursos	Amplamente aplicado em edifícios; referência técnica nacional
Selo Casa Azul da Caixa	Conjuntos habitacionais de empreendimento urbanos	Qualidade urbana, eficiência energética, gestão da água, conforto ambiental e práticas sociais	Sistema nacional, com foco em habitação de interesse social

Fonte: Elaborado pelos autores.

6 PARÂMETROS DO DESENHO URBANO E SUAS INFLUÊNCIAS NO CONFORTO TÉRMICO

A partir da análise integrada do referencial teórico, da legislação urbanística municipal e dos critérios do Selo Casa Azul relacionados à qualidade urbana, mobilidade sustentável, áreas verdes, permeabilidade do solo, orientação solar e conforto ambiental, este estudo sistematizou um conjunto de parâmetros do desenho urbano que exercem influência direta sobre o conforto térmico em cidades de clima quente. Esses parâmetros foram organizados de modo a evidenciar como a configuração física do espaço urbano, associada aos instrumentos normativos e às diretrizes técnicas de sustentabilidade, condiciona o desempenho térmico em escala municipal, configurando um dos principais resultados analíticos da pesquisa.

Os parâmetros identificados foram organizados em três grupos analíticos, configurando uma estrutura metodológica de leitura urbana proposta por este estudo: (i) parâmetros do desenho urbano propriamente dito, relacionados à forma física e material da cidade; (ii) parâmetros normativos, definidos pela legislação urbanística e responsáveis por regular a ocupação e o uso do solo; e (iii) critérios técnicos do Selo Casa Azul,

adotados como referência complementar para a avaliação da qualidade ambiental urbana. Embora organizados em grupos distintos para fins analíticos, todos esses parâmetros se relacionam direta ou indiretamente ao desenho urbano e exercem influência conjunta sobre o conforto térmico, evidenciando o caráter integrado entre forma urbana, regulação normativa e diretrizes ambientais. Para cada grupo, foram considerados os impactos potenciais positivos e negativos sobre o conforto térmico, de acordo com sua presença, ausência ou forma de aplicação no espaço urbano.

No âmbito do desenho urbano, destacam-se a orientação e o traçado viário, parâmetros que influenciam diretamente a ventilação natural, a incidência solar e a dissipação do calor acumulado no espaço urbano. O alinhamento das vias em relação aos ventos predominantes, à topografia e ao percurso solar pode favorecer a circulação de ar e a redução das temperaturas locais, enquanto traçados pouco adaptados às condições ambientais tendem a intensificar a estagnação do ar e o aquecimento superficial, especialmente em contextos urbanos com crescimento pouco orientado por critérios ambientais (Monteiro, 1975; Mascaró, 2005). Associado a esse aspecto, o fluxo de veículos constitui um fator relevante para o microclima urbano, uma vez que a circulação intensa contribui para a emissão de calor antropogênico e para o aumento das superfícies impermeáveis, elevando as temperaturas locais.

Os materiais e cores dos revestimentos urbanos, tanto de pavimentação quanto das fachadas e coberturas das edificações, configuram-se como elementos determinantes do desempenho térmico. Superfícies com alta capacidade de absorção térmica, especialmente aquelas de coloração escura e baixa refletância, favorecem o acúmulo de calor durante o dia e sua liberação gradual no período noturno, intensificando as ilhas de calor urbanas. Em contrapartida, o uso de materiais claros, permeáveis ou de maior refletância contribuem para a redução das temperaturas superficiais e para a melhoria das condições térmicas no espaço público (Lamberts; Dutra; Pereira, 2014).

Outro parâmetro identificado refere-se à liberação de calor residual por sistemas de ar-condicionado instalados nas fachadas das edificações. Estudos baseados em modelagem microclimática indicam que o calor antropogênico emitido por esses equipamentos pode elevar a temperatura do ar em áreas densamente urbanizadas, interferir nos padrões locais de ventilação e intensificar os efeitos das ilhas de calor urbanas, comprometendo o desempenho térmico do ambiente externo e a qualidade microclimática dos espaços públicos adjacentes (Ohashi *et al.*, 2007). Esse aspecto evidencia a necessidade de considerar as cargas térmicas antropogênicas como parte integrante das estratégias de planejamento urbano climático.

Os corpos d'água, naturais ou artificiais, foram reconhecidos como parâmetros relevantes de resfriamento urbano, atuando na regulação térmica por meio da evaporação e da moderação das temperaturas do ar. Sua presença contribui para a melhoria da ventilação local e da qualidade ambiental, desempenhando papel estratégico na mitigação do desconforto térmico urbano (Romero, 2000).

Entre os parâmetros normativos, destacam-se o gabarito e a tipologia das edificações, a hierarquia e largura viária, bem como a disponibilidade de espaços públicos e áreas livres. Esses elementos, definidos pela legislação urbanística, condicionam a densidade construída, a relação entre áreas edificadas e espaços livres, a ventilação urbana e o sombreamento das vias. Embora não tenham sido concebidos explicitamente como instrumentos de adaptação climática, exercem influência direta sobre o microclima urbano, podendo tanto favorecer quanto comprometer o conforto térmico, dependendo de sua aplicação integrada e de sua atualização frente aos desafios climáticos atuais.

Por fim, os critérios do Selo Casa Azul, adotados como referência técnica complementar, foram selecionados com base em sua compatibilidade à escala urbana e em sua relação direta com o conforto térmico em espaços abertos. A análise priorizou parâmetros associados à arborização e áreas verdes, permeabilidade do solo, conectividade e mobilidade urbana e à qualidade dos espaços públicos. Esses parâmetros reforçam a importância de estratégias integradas de planejamento urbano, nas quais a presença de vegetação, a redução da impermeabilização, o incentivo à mobilidade não motorizada e a qualificação dos espaços públicos atuam de forma conjunta na mitigação das ilhas de calor e na promoção do conforto térmico urbano.

A sistematização desses parâmetros evidencia que o conforto térmico urbano não depende de um único fator isolado, mas resulta da interação entre forma urbana, materiais, regulação normativa e estratégias ambientais. Assim, a identificação e organização desses parâmetros em escala municipal oferece subsídios técnicos para o planejamento urbano e para a formulação de diretrizes voltadas à melhoria do desempenho térmico das cidades de clima quente. A síntese desses parâmetros, organizados por eixos analíticos e associados aos seus impactos positivos e negativos sobre o conforto térmico, pode ser encontrada no Quadro 3.

Quadro 3 - Parâmetros do desenho urbano, 2026.

Eixo	Parâmetros Urbanos	Impactos Positivos	Impactos Negativos	Referências
DESENHO URBANO	Orientação e traçado viário	Favorece ventilação e sombreamento	Mal orientado dificulta ventilação e intensifica calor	Monteiro (1975); Mascaró (2005); Oke <i>et al.</i> (2017); Gartland (2010)
	Fluxo de veículos	-	Aumenta temperatura local	Amorim <i>et al.</i> (2020); Barbirato <i>et al.</i> (2007); Oke <i>et al.</i> (2017)
	Revestimentos urbanos (materiais e cores)	Materiais claros e permeáveis reduzem calor e aumentam infiltração	Asfalto escuro acumula calor e reduz permeabilidade	Lamberts <i>et al.</i> (2014); Gartland (2010); Liu <i>et al.</i> (2023); Gehl (2013)
	Condensadoras nas fachadas	Melhoram conforto interno	Liberam calor para o espaço público	Barbirato <i>et al.</i> (2007); Oke <i>et al.</i> (2017)
	Corpos d'água	Regulam temperatura e aumenta umidade	Mal cuidados causam degradação ambiental	Romero (2000); Liu <i>et al.</i> (2023)
	Densidade construída (hab/ha)	Moderada favorece infraestrutura e evita expansão horizontal	Muito alta acumula calor e reduz ventilação	Acioy; Davidson (1998); Amorim <i>et al.</i> (2020); Gartland (2010); Oke <i>et al.</i> (2017)
NORMAS URBANAS	Gabarito e tipologia das edificações	Sombreamento e diversidade de usos	Barreiras à ventilação, adensamento excessivo	Monteiro (1975); Oke (1987); Legislação de Colatina (2007, 1996)
	Hierarquia e largura viária	Favorecem ventilação quando bem planejadas	Podem bloquear circulação de ventos	Monteiro (1975); Legislação de Colatina (2007, 1996); Mascaró (2005)
	Espaços públicos e áreas livres	Aumenta permeabilidade e bem-estar	Ineficientes se mal projetadas	Legislação de Colatina (2007, 1996); Selo Casa Azul
SELO CASA AZUL	Arborização e áreas verdes	Reduz temperatura, melhora ventilação e qualidade do ar	Pode obstruir ventilação e afetar infraestrutura	Oke (1987); Gartland (2010); Liu <i>et al.</i> (2023)
	Permeabilidade do solo	Melhora infiltração e reduz escoamento	Impermeabilização aumenta temperatura	Oke <i>et al.</i> (2017); Selo Casa Azul
	Conectividade e mobilidade	Reduz uso de automóveis, favorece ventilação	-	Legislação de Colatina (2007, 1996); Selo Casa Azul; Oke <i>et al.</i> (2017); Kyriakodis <i>et al.</i> (2018)
	Qualidade dos espaços públicos	Cria áreas de resfriamento e lazer	-	Legislação de Colatina (2007, 1996); Selo Casa Azul

Fonte: Elaborado pelos autores

A leitura integrada dos parâmetros apresentados no Quadro 3 evidencia que o conforto térmico urbano não depende de medidas isoladas, mas da forma como diferentes decisões de planejamento se combinam no território. Observa-se que estratégias potencialmente positivas, como o adensamento, verticalização ou arborização, podem produzir efeitos adversos quando aplicadas sem articulação com ventilação urbana, orientação viária e permeabilidade do solo. Esse resultado reforça que intervenções urbanas isoladas tendem a ter impacto limitado sobre o conforto térmico, sendo a integração entre diferentes decisões de planejamento um fator mais determinante.

7 CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivo identificar e sistematizar os principais parâmetros do desenho urbano que influenciam o conforto térmico em cidades médias inseridas em contextos de clima quente, a partir da articulação entre referencial teórico, legislação urbanística e sistemas de certificação ambiental. A análise demonstrou que o conforto térmico urbano resulta da interação entre forma urbana, regulação normativa e estratégias ambientais, configurando um fenômeno de caráter sistêmico.

Os resultados evidenciam que as cidades médias apresentam especificidades no processo de urbanização, associadas à expansão recente, ao adensamento progressivo e às limitações na consolidação dos instrumentos de planejamento urbano. Nesse contexto, a ausência de diretrizes climáticas explícitas nas bases normativas tende a reproduzir padrões de ocupação pouco sensíveis às condicionantes ambientais, com reflexos diretos na intensificação do desconforto térmico e na qualidade ambiental dos espaços urbanos.

A análise da legislação urbanística revelou limites relevantes na incorporação do conforto térmico como diretriz estruturante do planejamento urbano, indicando a necessidade de atualização e aprimoramento desses instrumentos, especialmente em cidades médias, onde decisões normativas exercem papel central na conformação do tecido urbano. A sistematização dos parâmetros de análise propostos neste estudo, ao

integrar literatura especializada, legislação urbanística e critérios técnicos de certificação ambiental, constitui uma contribuição metodológica capaz de subsidiar a revisão de planos diretores, a formulação de diretrizes urbanísticas e os processos decisórios no âmbito do planejamento urbano.

Ressalta-se, contudo, que a aplicação desses parâmetros deve considerar as especificidades locais, uma vez que fatores ambientais, morfológicos e socioeconômicos variam significativamente entre cidades médias. Assim, os parâmetros sistematizados não se configuram como soluções universais, mas como instrumentos de apoio à leitura crítica do território e à adaptação das estratégias de planejamento à realidade local. Nesse sentido, investigações futuras podem aprofundar a aplicação desses parâmetros em diferentes recortes urbanos e cidades médias, testando sua aderência em distintos contextos morfológicos, normativos e climáticos. Além disso, recomenda-se a análise de sua incorporação nas normas municipais e nos planos diretores, bem como a integração de dados microclimáticos empíricos e simulações computacionais, de modo a avaliar com maior precisão seus impactos e sua efetividade na promoção do conforto térmico urbano.

Por fim, destaca-se que o fortalecimento do planejamento urbano sensível ao clima requer a incorporação do conforto térmico como elemento estruturante das políticas urbanas. A adoção de abordagens integradas, que articulem desenho urbano, legislação e critérios ambientais, apresenta-se como caminho fundamental para a promoção de cidades médias mais sustentáveis, resilientes e ambientalmente qualificadas frente aos desafios climáticos.

REFERÊNCIAS

- ACIOLY JR., C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. 2. ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2011. 104 p.
- ALBANI, V. **Trajetória do crescimento da cidade de Colatina**. 2012. 161 f. 1 Figura. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro de Artes, Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação, Vitória, 2012.
- ALHAMMADI, A. **Exploring urban heat island mitigation strategies in Dubai, UAE**. 2023. 275 f. Tese (Doutorado) - Faculty of Built Environment, University of New South Wales, Sydney, 2023.
- ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. **O recente desempenho das cidades médias no crescimento populacional urbano brasileiro**. Texto para discussão nº 554. IPEA. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/td0554.pdf>. Acesso em: janeiro. 2026.
- ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 55-2013: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: **ASHRAE**, 2013. Disponível em: <https://ierga.com/hr/wp-content/uploads/sites/2/2017/10/ASHRAE-55-2013.pdf>. Acesso em: janeiro. 2026.
- AMORIM, A. C.; LUCHI, B. F.; COSTA, G. F.; ASSIS, G. Z. A.; THOMAZ, J. N. L.; CANNI, M. S. Fenômeno das Ilhas de Calor na cidade de Colatina-ES. **Revista Ifes Ciência**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 52-64, 28 ago. 2020. IFES – Instituto Federal do Espírito Santo. DOI: 10.36524/ric.v6i2.801. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36524/ric.v6i2.801>. Acesso em: agosto. 2025.
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; NETO, J. L. S. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins**. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia, n. 7, 2009. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/6070>. Acesso em: janeiro. 2026.
- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C.; TORRES, S. **Clima e cidade**: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió: EDUFAL, 2007. 201 p.
- BRASIL. Governo Federal. Ministério das Cidades. **Dia Mundial do Meio Ambiente – Ministério das Cidades assina Decreto do Programa Cidades Verdes em cerimônia no Palácio do Planalto**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/dia-mundial-do-meio-ambiente-2013-ministerio-das-cidades-assina-decreto-do-programa-cidades-verdes-em-cerimonia-no-palacio-do-planalto>. Acesso em: maio. 2025.
- BRASIL. Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Áreas Verdes e Arborização Urbana**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/cidades-verdes-resilientes/areas-verdes-e-arborizacao-urbana>. Acesso em: maio. 2025.
- BRASIL. Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **MMA lança processo de construção participativa do Plano Nacional de Arborização Urbana**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-lanca-processo-de-construcao-participativa-do-plano-nacional-de-arborizacao-urbana>. Acesso em: maio. 2025.
- CABEZAS, C. **Primer Lugar Concurso Público Internacional de Anteproyectos Parque del Río en la ciudad de Medellín**. 2014. ArchDaily Brasil. (Trad. Costa, Isabela). Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-165814/primeiro-lugar-no-concurso-internacional-para-o-parque-do-rio-em-medellin>. Acesso em: janeiro. 2026.

- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Guia Selo Casa Azul + CAIXA**. 2025. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/guia-selo-casa-azul-caixa.pdf. Acesso em: agosto. 2025.
- CARMONA, M.; HEATH, T.; OC, T.; TIESDELL, S. **Public Places Urban Spaces**: the dimensions of urban design. 3. ed. New York: Routledge, 2021.
- CERDÀ, Ildelfonso. **Teoría general de la urbanización**. Madrid: Imprenta Española, 1867. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=4j1aMck0YtoC&pg=PA821&hl=pt-BR&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false. Acesso em: abril. 2025.
- CHOAY, F. **O Urbanismo**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1992.
- COLATINA. **Lei nº 3.547, de 05 de abril de 1990**. Colatina, ES. Disponível em: <https://www.camaracolatina.es.gov.br/uploads/files/aceso-rapido/lei-organica.html>. Acesso em: novembro. 2025.
- COLATINA. **Lei nº 4.227, de 12 de fevereiro de 1996**. Colatina, ES, 12 de fev. de 1996. Disponível em: https://colatina.s3.sa-east-1.amazonaws.com/prefeitura/legislacao_compilada/Arquivo/Documents/legislacao/html/L42271996.html. Acesso em: agosto. 2025.
- COLATINA. **Lei nº 5.273, de 12 de março de 2007**. Colatina, ES, 12 de março de 2007. Disponível em: https://colatina.s3.sa-east-1.amazonaws.com/prefeitura/legislacao_compilada/Arquivo/Documents/legislacao/html/L52732007.html. Acesso em: agosto. 2025.
- CUNHA, É. J. R. **A natureza do espaço urbano**: formação e transformação de territórios na cidade contemporânea. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/RAAO-7EFPDL/1/a_natureza_do_espa_o_urbano.pdf. Acesso em: agosto. 2025.
- DEL RIO, V. **Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento**. São Paulo: Pini, 1990. 200 p.
- ESPÍRITO SANTO. Lei nº 11.174, de 25 de setembro de 2020. Altera o Anexo Único da Lei nº 9.768, de 26 de dezembro de 2011. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo**, Vitória, 25 set. 2020. Disponível em: <https://sedes.es.gov.br/Media/Sedes/Documenta%C3%A7%C3%A3o/LEI%20N11.174%20DE%2025%20DE%20SETEMBRO%20DE%202020-1.pdf>. Acesso em: janeiro. 2026.
- GARTLAND, L. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 256 p. Tradução de: Silvia Helena Gonçalves. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3DE8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=ilhas+de+calor+urbano&ots=BdJZsDENaT&sig=j2K3jXlyVSPzQqJB5kf-cbzw_r_s#v=onepage&q=ilhas%20de%20calor%20urbano&f=false. Acesso em: 05 maio 2025.
- GEHL, Jan. **Cidades Para Pessoas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- GIVONI, B. **Urban Design in Different Climates**. Los Angeles: World Meteorological Organization, 1989.
- GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC). **Conheça a Certificação LEED**. 2025. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>. Acesso em: agosto. 2025.
- GRIMM, N. B.; FOSTER, D.; GROFFMAN, P.; GROVE, M.; HOPKINSON, C.; NADELHOFFER, K. J.; PATAKI, D.; PETERS, D. The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 6, n. 5, p. 264-272, 04 jun. 2025. Bimestral. DOI: 10.1890/070147. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1890/070147>. Acesso em: junho. 2025.
- IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Portal Institucional**. Curitiba, 2026. Disponível em: <https://minuta-planodiretor.vercel.app/>. Acesso em: julho. 2026.
- JATOBÁ, S. U. S. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**: Ipea, Brasília, n. 5, p. 141-148, 2011. Semestral. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/journalissue/df457a9a-5b03-4a94-8bd5-d818b7e920bd/full>. Acesso em: maio. 2025.
- KYRIAKODIS, G. E.; SANTAMOURIS, M. Using reflective pavements to mitigate urban heat island in warm climates - Results from a large scale urban mitigation project. **Urban Climate**, [S.L.], v. 24, p. 326-339, 2018. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.uclim.2017.02.002. Disponível em: https://ia600906.us.archive.org/21/items/mccl_10.1016_j.uclim.2017.02.002/10.1016_j.uclim.2017.02.002.pdf. Acesso em: agosto. 2025.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Procel, 2014. 366 p. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf. Acesso em: maio 2025.
- LECHNER, N. **Heating, Cooling, Lighting**: sustainable methods for architects. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2015. Disponível em: <https://archive.org/details/HeatingCoolingLighting/page/n3/mode/2up>. Acesso em: abril. 2025.

- LEFEBVRE, H. **The Production of Space**. Massachusetts: Blackwell, 1991. 454 p. Translated by Donald Nicholson-Smith.
- LIU, Zheming; LI, Jin; XI, Tianyu. A Review of Thermal Comfort Evaluation and Improvement in Urban Outdoor Spaces. **Buildings**, [S.L.], v. 13, n. 12, p. 3050, 7 dez. 2023. MDPI AG. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/12/3050>. Acesso em: janeiro. 2026.
- MARICATO, Ermínia. As idéias fora do lugar e o lugar fora das idéias: planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, Otília; VAINER, Carlos; MARICATO, Ermínia. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 121-192.
- MARUYAMA, C. M. **Pavimentos brandos para a mitigação das Ilhas de Calor: o caso do jardim da luz e seu entorno em São Paulo/SP**. 2020. 266 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-26032021-125251/publico/TECintiaMiuMaruyama_rev.pdf. Acesso em: maio. 2025.
- MASCARÓ, J. L. **Loteamentos Urbanos**. 2. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2005. 212 p.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 208 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Climatologia_no%C3%A7%C3%B5es_b%C3%A1sicas_e_climas.html?id=cThNDgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em: maio. 2025.
- MILLER, G. T.; SPOOLMAN, S. **Ecologia e sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 400 p.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. 1975. 219 f. Tese (Livre Docência) - Curso de Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.
- MOUDON, A. V. Urban Morphology as an emerging interdisciplinary field. **Urban Morphology**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 3-10, 1997. International Seminar on Urban Form. DOI: 10.51347/jum.v1i1.4047. Disponível em: <https://journal.urbanform.org/index.php/jum/article/view/4047/3358>. Acesso em: agosto. 2025.
- NELO, L. M. A.; SILVA, L. F.; RIBEIRO, A. P. Soluções Baseadas na Natureza para Mitigar o Calor Urbano: a Eficácia dos Corredores Verdes em Medellín, Colômbia. **Cidades Verdes**, v. 12, n. 36, p. 122-136, 2024. ISSN 2317-8604.
- NUNES, Leonardo. As estratégias das cidades desérticas para mitigar os efeitos do calor extremo. **Perfil Brasil**, Brasil, 2025. Disponível em: <https://brasil.perfil.com/mundo/as-estrategias-das-cidades-deserticas-para-mitigar-os-efeito-do-calor-extremo.phtml>. Acesso em: maio. 2025.
- OHASHI, Y.; GENCHI, Y.; KONDO, H.; KIKEGAWA, Y.; YOSHIKADO, H.; HIRANO, Y. Influence of air-conditioning waste heat on air temperature in Tokyo during summer: numerical experiments using an urban canopy model coupled with a building energy model. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 46, n. 1, p. 66 - 81, 2007. DOI: 10.1175/JAM2441.1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/258698959_Influence_of_Air-Conditioning_Waste_Heat_on_Air_Temperature_in_Tokyo_during_Summer_Numerical_Experiments_Using_an_Urban_Canopy_Model_Coupled_with_a_Building_Energy_Model. Acesso em: janeiro. 2026.
- OKE, T. R. **Boundary Layer climates**. 2. ed. London: Methuen, 1987. 435 p.
- OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal Of Climatology**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 237-254, jul. 1981. Wiley. DOI: 10.1002/joc.3370010304. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.3370010304>. Acesso em: outubro. 2025.
- OKE, T. R.; MILLS, G.; CHRISTEN, A.; VOOGT, J. A. **Urban Climates**. Reino Unido: Cambridge University Press, 2017. 546 p.
- PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMCM). **Impactos, vulnerabilidades e adaptação: sumário executivo: contribuição do grupo de trabalho 2 ao primeiro relatório de avaliação nacional do painel brasileiro de mudanças climáticas**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/PBMC_Sumario_Executivo_Impactos_Vulnerabilidades_e_Adaptao_WEB_2.pdf. Acesso em: abril. 2025.
- PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA). **Manual de Drenagem Urbana: Região Metropolitana de Curitiba-PR. Versão 1.0**. Curitiba, 2002. 150 p. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mdu-versao01.pdf. Acesso em: julho. 2026.
- PBE EDIFICA. **PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem**. 2020. Disponível em: <https://www.pbeedifica.com.br/sobre>. Acesso em: agosto. 2025.
- PENG, S.; PIAO, S.; CIAIS, P.; FRIEDLINGSTEIN, P.; OTTLE, C.; BRÉON, F. M.; NAN, H.; ZHOU, L.; MYNENI, R. B. Surface Urban Heat Island Across 419 Global Big Cities. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 696-703, 2011. American Chemical Society (ACS). DOI: 10.1021/es2030438. Disponível em: https://www.atmos.albany.edu/facstaff/zhong/pdf/papers/Peng_et_al_2012a.pdf. Acesso em: maio. 2025.

PINHEIRO, T. C.; GUEDES, R. G.; BARBIERI, A. F. Cidades Médias e vulnerabilidade às mudanças climáticas no Brasil: elementos para integração do debate a partir de estudos de caso. **ClimaCom**, Cultura Científica: Pesquisa, Jornalismo e Arte, ano 3, n. 5, 2016. Disponível em: <https://climacom.mudancasclimaticas.net.br/cidades-medias-e-vulnerabilidade-as-mudancas-climaticas-no-brasil-elementos-para-integracao-do-debate-a-partir-de-estudos-de-caso/>. Acesso em: janeiro. 2026.

REIS, L. F.; SILVA, R. L. M. Decadência e renascimento do Córrego Cheong-Gye em Seul, Coreia do Sul: as circunstâncias socioeconômicas de seu abandono e a motivação política por detrás do projeto de restauração. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 113-129, 15 dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/2175-3369.008.001.ao01. Disponível em: <https://www.scielo.br/urbe/a/DXMSKLqcxhGc7HCNRxQ8NwN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: janeiro. 2026.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Copymarket.Com, 2000. 63 p. Disponível em: https://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/principios_bioclimticos_para_o_desenho_urbano.pdf. Acesso em: maio. 2025.

SAINT-GENIÈS, G.L. **The IPCC Report Will Have Profound Effects on Climate Governance**. 2018. Centre for International Governance Innovation (CIGI). Disponível em: https://www.cigionline.org/articles/ipcc-report-will-have-profound-effects-climate-governance/?utm_source=google_ads&utm_medium=grant&gad_source=1&gad_campaignid=10036012461&gbraid=0AAAAADsVJleqHj1x8QeJc7AWsrGHpib78&gclid=CjwKCAjwgb_CBhBMEiwA0p3oOATmAP0_F7Env6Oa6ijgAGC8hJMxbXgQ-gC_li-CwsZuxSi-o025BxoCgQMqAvD_BwE. Acesso em: junho. 2025.

SANTAMOURIS, M.; GARSHASBI, S. **Cooling the citie - Advances on urban mitigation technologies**. Sydney: University of New South Wales, 2023.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993. 157 p.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (TCE-ES). **Planejamento governamental**: 39 municípios capixabas estão com o PDM em atraso ou inexistente. Vitória, 2024. Disponível em: <https://www.tcees.tc.br/noticias/planejamento-governamental-39-municipios-capixabas-estao-com-o-pdm-em-atraso-ou-inexistente/>. Acesso em: janeiro. 2026.

VANZOLINI, Fundação. **Como a Certificação AQUA impulsiona modelos de negócios sustentáveis**. 2023. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/noticias/aqua-hqe-impulsiona-negocios-sustentaveis/>. Acesso em: agosto. 2025.

NOTAS

¹A imagem original foi submetida ao modelo ChatGPT (GPT-4o / DALL-E 3, OpenAI, 2026) para fins de reconstrução visual e melhoria de qualidade estética. O modelo gerou uma nova versão baseada em prompts textuais automatizados. Os autores confirmam que o processamento por IA foi utilizado unicamente para realce de detalhes e correção de ruído, sem alterar o conteúdo semântico ou científico dos dados originais. Os autores assumem total responsabilidade pela integridade final das imagens.

² Disponível em https://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/principios_bioclimticos_para_o_desenho_urbano.pdf. Acesso em: maio. 2025.

³ “CÂNION URBANO” refere-se à configuração formada por vias ladeadas por edificações contínuas, cuja geometria influencia a ventilação, o sombreamento e a retenção de calor, afetando o microclima urbano (Oke, 1981).

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade dos autores.