Revista Brasileira de Estudos de Gestão e Desenvolvimento Regional
v. 10, n. 03, p. 11-24, 2026
Seção de Artigos

INFRAESTRUTURA VERDE COMO ESTRATÉGIA ESG PARA CIDADES AMAZÔNICAS: MITIGAÇÃO CLIMÁTICA, BEM-ESTAR URBANO E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

GREEN INFRASTRUCTURE AS AN ESG STRATEGY FOR AMAZONIAN CITIES: CLIMATE MITIGATION, URBAN WELL-BEING, AND SOCIAL DEVELOPMENT

INFRAESTRUCTURA VERDE COMO ESTRATEGIA ESG PARA CIUDADES AMAZÓNICAS: MITIGACIÓN CLIMÁTICA, BIENESTAR URBANO Y DESARROLLO SOCIAL

Carolina Azevedo
Universidade do Estado do Amazonas - UEA
e-mail: carolina.azevedo.02@gmail.com

Dra. Rúbia Silene Alegre Ferreira
https://orcid.org/0000-0001-7924-4611
Universidade do Estado do Amazonas - UEA
e-mail: rsferreira@uea.edu.br

Submissão em: 25/06/2026 Aceito em: 14/10/2026

RESUMO
A intensificação das mudanças climáticas vem ampliando os impactos ambientais nas cidades amazônicas, especialmente em Manaus, onde episódios recorrentes de alagamentos, ilhas de calor, erosões urbanas e desconforto térmico demonstram a vulnerabilidadeda infraestrutura urbana tradicional frente aos novos desafios climáticos. Nesse contexto, a infraestrutura verde emerge como alternativa estratégica para o planejamento urbano sustentável, articulando soluções baseadas na natureza com os princípios ESG (*Environmental, Social and Governance*). O presente artigo objetiva analisar o papel da infraestrutura verde na mitigação climática, na promoção do bem-estar urbano e no fortalecimento da governança sustentável em cidades amazônicas, com enfoque na realidade manauara. A metodologia adotada fundamenta-se em revisão bibliográfica sistemática, análise documental, levantamento de dados climáticos e urbanos, além da utilização de indicadores ambientais e sociais obtidos junto ao IBGE, INPE, INPA e estudos acadêmicos da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Os resultados apontam que parques urbanos, corredores ecológicos, áreas permeáveis e sistemas naturais de drenagem contribuem significativamente para redução do escoamento superficial, mitigação das ilhas de calor, aumento da umidade relativa do ar, melhoria da saúde física e mental da população e fortalecimento da resiliência urbana. Conclui-se que a infraestrutura verde deve deixar de ser compreendida apenas como elemento paisagístico e passar a integrar políticas públicas estruturantes, associadas a indicadores ESG, formação técnica continuada e planejamento urbano integrado.
Palavras-chave: Infraestrutura Verde, ESG, Mudanças Climáticas, Cidades Amazônicas, Drenagem Urbana, Sustentabilidade Urbana, Manaus

ABSTRACT
The intensification of climate change has been amplifying environmental impacts in Amazonian cities, especially in Manaus, where recurring episodes of flooding, heat islands, urban erosion, and thermal discomfort demonstrate the vulnerability of traditional urban infrastructure to new climate challenges. In this context, green infrastructure emerges as a strategic alternative for sustainable urban planning, articulating nature-based solutions with ESG (Environmental, Social, and Governance) principles. This article aims to analyze the role of green infrastructure in climate mitigation, promoting urban well-being, and strengthening sustainable governance in Amazonian cities, focusing on the reality of Manaus. The methodology adopted is based on a systematic literature review, document analysis, collection of climate and urban data, and the use of environmental and social indicators obtained from IBGE, INPE, INPA, and academic studies from the Federal University of Amazonas (UFAM) and the State University of Amazonas (UEA). The results indicate that urban parks, ecological corridors, permeable areas, and natural drainage systems contribute significantly to reducing surface runoff, mitigating heat islands, increasing relative air humidity, improving the physical and mental health of the population, and strengthening urban resilience. It is concluded that green infrastructure should no longer be understood merely as a landscape element and should become integrated into structuring public policies, associated with ESG indicators, continuous technical training, and integrated urban planning.
Keywords: Green Infrastructure, ESG, Climate Change, Amazonian Cities, Urban Drainage, Urban Sustainability, Manaus

RESUMEN
La intensificación del cambio climático ha venido ampliando los impactos ambientales en las ciudades amazónicas, especialmente en Manaos, donde episodios recurrentes de inundaciones, islas de calor, erosión urbana y disconfort térmico demuestran la vulnerabilidad de la infraestructura urbana tradicional frente a los nuevos desafíos climáticos. En este contexto, la infraestructura verde emerge como una alternativa estratégica para la planificación urbana sostenible, articulando soluciones basadas en la naturaleza con los principios ESG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza). El presente artículo tiene como objetivo analizar el papel de la infraestructura verde en la mitigación climática, la promoción del bienestar urbano y el fortalecimiento de la gobernanza sostenible en ciudades amazónicas, con un enfoque en la realidad de Manaos. La metodología adoptada se fundamenta en una revisión bibliográfica sistemática, análisis documental, recopilación de datos climáticos y urbanos, además del uso de indicadores ambientales y sociales obtenidos del IBGE, INPE, INPA y estudios académicos de la Universidad Federal del Amazonas (UFAM) y la Universidad del Estado del Amazonas (UEA). Los resultados indican que los parques urbanos, los corredores ecológicos, las áreas permeables y los sistemas naturales de drenaje contribuyen significativamente a la reducción de la escorrentía superficial, la mitigación de las islas de calor, el aumento de la humedad relativa del aire, la mejora de la salud física y mental de la población y el fortalecimiento de la resiliencia urbana. Se concluye que la infraestructura verde debe dejar de entenderse únicamente como un elemento paisajístico y pasar a integrar políticas públicas estructurales, asociadas a indicadores ESG, formación técnica continua y planificación urbana integrada.
Palabras clave: Infraestructura Verde, ESG, Cambio Climático, Ciudades Amazónicas, Drenaje Urbano, Sostenibilidad Urbana, Manaos

1 INTRODUÇÃO

A intensificação dos eventos climáticos extremos nas cidades amazônicas, especificamente em Manaus, evidencia a vulnerabilidade do ambiente urbano frente às mudanças climáticas. Observa-se, no período de maio a novembro, elevação significativa das temperaturas e desconforto térmico urbano, agravados pela impermeabilização do solo e supressão vegetal. Já entre dezembro e abril, as chuvas tornam-se mais intensas e concentradas, ampliando alagamentos, erosões e sobrecarga dos sistemas de drenagem.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Manaus apresenta temperaturas médias anuais superiores a 27°C, podendo atingir sensações térmicas acima de 40°C durante o período seco. Paralelamente, eventos de precipitação extrema tornaram-se mais frequentes nas últimas décadas, impactando diretamente a infraestrutura urbana, sobretudo em áreas vulneráveis e densamente impermeabilizadas.

Dados recentes demonstram a gravidade do problema. Em março de 2026, fortes chuvas registraram aproximadamente 160 milímetros em algumas regiões da capital amazonense, ocasionando mais de 100 ocorrências relacionadas a alagamentos, erosões e transtornos urbanos.

Nesse contexto, a infraestrutura verde (compreendida como o conjunto integrado de parques urbanos, corredores ecológicos, áreas verdes públicas, arborização viária e sistemas naturais de drenagem) emerge como estratégia estruturante para adaptação e mitigação climática nas cidades amazônicas.

A pesquisa delimita-se à análise do papel dos parques urbanos, corredores ecológicos e áreas verdes na retenção/absolvição das águas pluviais, na regulação hídrica, mitigação das ilhas de calor e na promoção do bem-estar social, considerando sua inserção no contexto das práticas ESG (Env*ironmental, Social and Governance*) no planejamento urbano.

A justificativa fundamenta-se em três eixos:

1. Ambiental (E – *Environmental*): aumento da infiltração de águas pluviais, sequestro de carbono preservação da biodiversidade urbana e redução da temperatura superficial na área urbana;
2. Social (S – *Social*): promoção de saúde física e mental, estímulo à convivência comunitária, democratização do acesso aos espaços públicos e redução de desigualdades socioespaciais;
3. Governança (G – *Governance*): incorporação da infraestrutura verde como política pública estruturada, com indicadores de desempenho, monitoramento e transparência.

O problema norteador questiona: de que forma a implantação e qualificação da infraestrutura verde podem atuar como estratégia ESG eficaz para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e promover bem-estar socioambiental nas cidades amazônicas? Entendendo-se que a ampliação e integração sistêmica de parques urbanos, corredores ecológicos e áreas verdes, quando incorporadas às políticas públicas sob a lógica ESG, contribuem significativamente para a melhoria da drenagem urbana; redução das ilhas de calor; aumento da qualidade de vida e da saúde da população; e fortalecimento da governança urbana sustentável.

Para a capital amazonense, onde a urbanização avança sobre áreas ambientalmente sensíveis, o tema possui relevância estratégica para o planejamento

sustentável. Deste modo, este projeto pretende analisar a infraestrutura verde como estratégia ESG para mitigação climática e promoção do bem-estar urbano em Manaus. Especificamente, pretende: a) examinar o papel dos parques urbanos na redução dos alagamentos na cidade e desconforto térmico; b) avaliar a contribuição dos corredores ecológicos na conectividade ambiental; c) investigar a relação entre áreas verdes e saúde física e mental; d) identificar indicadores ESG aplicáveis à infraestrutura verde; e) propor diretrizes para políticas públicas municipais.

Nesse sentido, o trabalho possui a seguinte estrutura, além da introdução: na revisão da literatura apresenta um apanhado relacionado ao tema, como infraestrutura verde e planejamento urbano; chuvas e regulação hídrica, parques urbanos e mitigação de calor, bem como áreas verdes, saúde e bem-estar. Na seção procedimentos metodológicos aponta a estratégia adotada para dar resposta ao objetivo proposto, seguindo para a discussão dos resultados da pesquisa. Por fim, tece as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERAURA

2.1 Infraestrutura Verde e Planejamento Urbano

O conceito de infraestrutura verde vem sendo consolidado no Brasil como alternativa à infraestrutura cinza tradicional. Autores como Herzog (2010) e Franco (2018) defendem a integração dos sistemas naturais ao planejamento urbano como estratégia de resiliência climática.

Segundo Benedict e McMahon (2012), a infraestrutura verde deve ser compreendida como elemento estruturador do território urbano, sendo tão relevante quanto os sistemas tradicionais de saneamento, mobilidade e abastecimento.

No contexto amazônico, estudos desenvolvidos pela Universidade Federal do Amazonas apontam que a perda de cobertura vegetal urbana contribui diretamente para o aumento da temperatura superficial e redução da umidade relativa.

Pesquisas desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) identificaram a formação de ilhas de calor urbanas em Manaus associadas diretamente à substituição da cobertura vegetal por superfícies impermeáveis.

Corrêa (2013), em estudo sobre ilhas de calor na capital amazonense, constatou elevação significativa da temperatura superficial em áreas densamente urbanizadas, principalmente durante o período seco (repositorio.inpa.gov.br).

Além da função ambiental, a infraestrutura verde exerce papel fundamental na regulação hidrológica urbana. Tucci (2007) afirma que a urbanização desordenada intensifica o escoamento superficial devido à impermeabilização do solo, aumentando enchentes e erosões. Em Manaus, historicamente a expansão urbana ocorreu sobre áreas ambientalmente frágeis, como fundos de vale, próximo a igarapés e encostas, agravando a vulnerabilidade socioambiental. A retirada da vegetação ciliar comprometeu os processos naturais de infiltração e drenagem, sobrecarregando os sistemas convencionais de escoamento.

A lógica tradicional de urbanização brasileira historicamente privilegiou a canalização de igarapés, a retificação de cursos d'água e a impermeabilização extensiva. Entretanto, autores contemporâneos defendem a necessidade de transição para modelos urbanos regenerativos, capazes de incorporar soluções baseadas na natureza.

O Plano Diretor de Manaus vigente, de 2014, não utiliza explicitamente o termo "infraestrutura verde", mas ele contém diversos dispositivos que caminham

nessa direção, especialmente relacionados à proteção de áreas verdes, corredores ecológicos, drenagem urbana e preservação de margens de cursos d'água.

Já é previsto no art. 6º da Lei Complementar nº 002/2014 a proteção e ampliação de áreas verdes e corredores ecológicos e estabelece como objetivo da qualificação ambiental a implantação, manutenção e valorização das unidades de conservação, fragmentos florestais, corredores ecológicos e áreas verdes urbanas.

Nesse sentido, parques lineares, corredores ecológicos e jardins de chuva surgem como estratégias capazes de integrar drenagem urbana, preservação ambiental e qualidade de vida.

2.2 Chuvas Intensas e Regulação Hídrica

A impermeabilização do solo é fator determinante para enchentes urbanas. A integração de soluções baseadas na natureza (como jardins de chuva, áreas com pavimentos permeáveis, biovaletas, corredores verdes e áreas de retenção e detenção) aumenta a capacidade de retenção hídrica.

Pesquisas publicadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA indicam que a manutenção da cobertura vegetal urbana contribui para estabilidade hidrológica e redução do escoamento superficial.

Segundo Tucci (2012), enquanto áreas vegetadas permitem infiltração significativa das águas pluviais, áreas impermeabilizadas elevam drasticamente o volume e a velocidade do escoamento superficial.

A drenagem urbana usada em Manaus, baseada exclusivamente em galerias subterrâneas, vem demonstrando claramente limitações frente ao aumento da intensidade das chuvas decorrente das mudanças climáticas, isto se evidencia pelos episódios recorrentes de alagamentos que mostra essa insuficiência estrutural.

Reportagem publicada pelo portal Amazonas Atual destaca que especialistas atribuem os alagamentos frequentes em Manaus à combinação entre drenagem obsoleta, impermeabilização excessiva do solo e ocupação desordenada das áreas verdes. De acordo com a arquiteta e urbanista Ivomara Vieira, entrevistada na referida matéria: "*Temos um sistema de drenagem muito antigo em certas áreas da nossa cidade, que foi projetado para receber certas quantidades de habitantes, e com isso já está ficando insustentável com o volume atual*". Em outra reportagem o portal também evidencia que o aumento do concreto e do asfalto reduz a infiltração natural das águas pluviais, ampliando a sobrecarga da drenagem urbana e, referente as consequências das intervenções humanas no ambiente urbano a arquiteta e urbanista Melissa.

Toledo afirma que "*A urbanização sem planejamento adequado tem causado danos irreparáveis. Embora avanços tecnológicos e o desenvolvimento urbano tenham trazido benefícios à sociedade, a falta de infraestrutura adequada e a gestão ineficiente dos recursos naturais tornam nossas cidades mais vulneráveis*".

Em março de 2026, um evento climático extremo, com volumes de chuva superiores a 125 mm, causou alagamento generalizado e deslizamentos em Manaus, transformando vias urbanas em verdadeiros rios temporários e comprometendo a mobilidade urbana.

As soluções baseadas na natureza surgem como alternativa técnica mais eficiente e sustentável. Jardins de chuva, biovaletas, pavimentos permeáveis e reservatórios naturais apresentam capacidade de retenção hídrica distribuída, reduzindo os picos de escoamento superficial. Além disso, a vegetação urbana

favorece evapotranspiração, infiltração e estabilização do solo, contribuindo para redução de processos erosivos.

2.3 Parques Urbanos e Mitigação do Calor

Pesquisas conduzidas pelo geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro demonstram a influência da vegetação na modificação do microclima urbano. Monteiro (1976) afirma que a cidade produz alterações significativas nas condições atmosféricas locais, gerando ilhas de calor decorrentes da concentração de superfícies impermeáveis, edificações e redução da vegetação.

Estudos recentes indicam que áreas verdes podem reduzir temperaturas locais entre 2°C e 5°C, dependendo da densidade arbórea. Em cidades amazônicas, onde a sensação térmica frequentemente ultrapassa 40°C no período seco, esse impacto é extremamente relevante.

O fenômeno das ilhas de calor urbanas em Manaus foi identificado em estudos do INPA, demonstrando correlação entre redução da cobertura vegetal e aumento da temperatura superficial.

A arborização urbana exerce múltiplas funções climáticas:

- sombreamento das superfícies urbanas;
- redução da absorção térmica;
- aumento da evapotranspiração;
- melhoria da circulação de ar;
- redução da temperatura do solo e do ambiente.

Parques urbanos funcionam como “ilhas de resfriamento” dentro da malha urbana. Além da melhoria climática, esses espaços favorecem biodiversidade, lazer, recreação e saúde pública.

Em Manaus, parques urbanos como o Parque Municipal do Mindu, Parque dos Bilhares e Parque Sumaúma, parque do idoso, reserva sauim castanheira, reserva Adolpho Duck, o complexo da Universidade Federal do Amazonas, reserva sauin castanheira além das áreas verdes provenientes de aprovação de loteamentos aprovados, representam importantes fragmentos de vegetação capazes de amenizar o microclima local e Segundo Lombardo (1985), o planejamento climático urbano deve considerar a distribuição estratégica das áreas verdes para melhoria das condições ambientais das cidades.

No contexto amazônico, a preservação da vegetação urbana torna-se ainda mais relevante em razão da elevada umidade e radiação solar.

2.4 Áreas Verdes, Saúde e Bem-Estar

Estudos brasileiros em saúde coletiva demonstram correlação entre proximidade de áreas verdes e redução de estresse, ansiedade e sedentarismo. A presença de parques urbanos incentiva a prática de exercícios físicos, caminhadas, atividades coletivas, interação social intergeracional.

Autores como Wolf *et al.* (2020) apontam que a socialização em espaços verdes fortalece vínculos comunitários e reduz indicadores de violência urbana.

No relatório Urban green spaces and health (WHO, 2016) a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece os espaços verdes urbanos como determinantes sociais da saúde, especialmente em cidades densamente urbanizadas, onde a

vegetação urbana contribui para melhoria da qualidade do ar, redução da poluição sonora e promoção do conforto psicológico.

Kaplan e Kaplan (1989), por meio da teoria da restauração da atenção, demonstram que o contato com ambientes naturais auxilia na recuperação cognitiva e emocional. Além disso, estudos demonstram que bairros com maior disponibilidade de áreas verdes apresentam melhores indicadores de qualidade de vida. A desigualdade socioespacial também se manifesta na distribuição das áreas verdes urbanas. Regiões periféricas frequentemente possuem menor arborização e menor acesso a equipamentos públicos qualificados.

Em Manaus, alguns parques urbanos, assumem função social ao oferecer espaços públicos acessíveis para lazer, convivência e práticas esportivas, contudo, durante períodos de calor intenso, a insuficiência de cobertura arbórea e de áreas sombreadas reduz a permanência e a utilização desses espaços pela população. Esse cenário evidencia que a carência de vegetação compromete o conforto ambiental, desestimula a ocupação dos espaços públicos e limita as oportunidades de interação social e de fortalecimento dos vínculos comunitários. Nesse sentido, a infraestrutura verde também representa instrumento de justiça socioambiental.

2.5 Infraestrutura Verde e ESG

O conceito ESG amplia a discussão ambiental para a governança e responsabilidade social corporativa e pública. Inicialmente associado ao mercado financeiro, o ESG passou a integrar estratégias urbanas sustentáveis, especialmente diante da necessidade de adaptação impostos pelas mudanças climáticas das cidades.

No campo urbano, a infraestrutura verde pode ser mensurada por indicadores como:

- Índice de área verde por habitante;
- Percentual de solo permeável;
- Número de parques acessíveis por raio de 500m;
- Indicadores de saúde pública associados.
- temperatura superficial média;
- índices de drenagem urbana;
- conectividade ecológica;
- redução de emissões de carbono.

Assim, a infraestrutura verde não pode ser pensada apenas elemento paisagístico, ela deve integrar métricas estratégicas de sustentabilidade urbana.

No eixo ambiental (Environmental), destacam-se benefícios como redução de enchentes, mitigação climática e conservação da biodiversidade.

No eixo social (Social), observam-se impactos positivos relacionados à saúde, inclusão social, lazer e qualidade de vida.

Já no eixo governança (Governance), a infraestrutura verde exige planejamento integrado, transparência, monitoramento e participação social. Segundo Sachs (2008), o desenvolvimento sustentável somente se concretiza quando há equilíbrio entre crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental. Para cidades amazônicas, a lógica ESG deve considerar as especificidades climáticas, territoriais e ambientais regionais. A infraestrutura verde representa, portanto, estratégia urbana capaz de integrar sustentabilidade, adaptação climática e bem-estar coletivo.

3 METODOLOGIA

A pesquisa possui abordagem qualitativa e quantitativa, fundamentada em revisão bibliográfica sistemática, análise documental e levantamento de dados urbanos e climáticos.

Foram utilizadas as seguintes estratégias metodológicas:

- revisão bibliográfica em livros, artigos científicos, dissertações e teses relacionadas à infraestrutura verde, mudanças climáticas, drenagem urbana e ESG;
- análise de estudos desenvolvidos pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA);
- levantamento de dados climáticos de precipitação e temperatura por meio de bases do INMET, INPE e IBGE;
- análise de reportagens jornalísticas sobre eventos climáticos extremos em Manaus;
- aplicação de indicadores ESG urbanos relacionados à infraestrutura verde;
- análise espacial qualitativa da distribuição das áreas verdes urbanas.

A pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva.

Os dados levantados permitiram correlacionar processos de impermeabilização urbana, aumento das temperaturas superficiais, intensificação dos alagamentos e redução da qualidade ambiental. A análise fundamenta-se na compreensão sistêmica da cidade como ecossistema urbano integrado.

Foram ainda considerados indicadores urbanísticos associados:

- densidade demográfica;
- disponibilidade de áreas verdes;
- expansão urbana;
- vulnerabilidade socioambiental;
- drenagem urbana;
- saúde pública.

O estudo possui relevância aplicada para o planejamento urbano municipal, especialmente no contexto da formulação de políticas públicas voltadas à adaptação climática.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Áreas Vegetadas e os Parques-Esponja como Estratégia de Regulação Hídrica

O aumento da impermeabilização do solo nas cidades contemporâneas constitui um dos principais fatores responsáveis pela intensificação dos alagamentos urbanos. A substituição de áreas naturais por pavimentação, edificações e infraestrutura cinza reduz a infiltração das águas pluviais, elevando o volume e a velocidade do escoamento superficial e sobrecarregando os sistemas convencionais de drenagem.

Nesse contexto, ganha destaque o conceito de “cidade-esponja” (Sponge City), desenvolvido inicialmente na China e posteriormente incorporado às estratégias

internacionais de adaptação climática urbana, que propõe que a cidade seja capaz de absorver, armazenar, infiltrar, filtrar e reutilizar parte significativa das águas das chuvas por meio de soluções baseadas na natureza, reduzindo a dependência exclusiva de galerias subterrâneas e canais artificiais.

Entre os principais elementos dessa abordagem destacam-se os parques-esponja, jardins de chuva, biovaletas, áreas úmidas construídas (wetlands), pavimentos permeáveis e corredores verdes que funcionam como áreas temporárias de retenção e detenção das águas pluviais, permitindo que parte da precipitação lentamente infiltre no solo, contribuindo para a recarga dos aquíferos e diminuindo os picos de vazão que frequentemente provocam alagamentos.

Em Manaus, a adoção desse modelo apresenta elevado potencial de aplicação devido às características climáticas da região, marcada por elevados índices pluviométricos anuais e pela presença de uma extensa rede hidrográfica composta por igarapés e áreas naturalmente alagáveis. Historicamente, entretanto, muitos desses ambientes foram canalizados, aterrados ou ocupados por processos de urbanização que desconsideraram sua função ecológica e hidrológica.

A recuperação de áreas de preservação permanente, implantação de parques lineares ao longo dos igarapés, associada utilização de dispositivos de drenagem sustentável, pode transformar áreas atualmente vulneráveis em importantes estruturas de adaptação climática. Tais intervenções permitem reduzir a pressão sobre o sistema de drenagem convencional e aumentar a resiliência urbana frente aos eventos extremos de precipitação que vêm se tornando mais frequentes.

4.2 O papel dos parques urbanos na redução do desconforto térmico

Os parques urbanos desempenham função estratégica na mitigação das ilhas de calor em cidades amazônicas.

Em Manaus, a elevada e crescente densidade construtiva, alargamentos de vias, redução de passeios e canteiros centrais, associada à invasão de áreas de preservação emanente, áreas verdes e consequentemente redução da cobertura vegetal intensifica significativamente o desconforto térmico.

Estudos do INPA identificaram diferenças relevantes de temperatura entre áreas vegetadas e áreas densamente impermeabilizadas da cidade. A vegetação urbana reduz a incidência direta de radiação solar sobre superfícies impermeáveis, diminuindo a absorção térmica, além disso, a evapotranspiração promovida pelas árvores contribui para resfriamento do ar.

Parques urbanos também favorecem ventilação natural e aumento da umidade relativa. A distribuição desigual das áreas verdes na cidade evidencia a necessidade de políticas públicas voltadas à democratização do acesso aos espaços arborizados. Nesse contexto, os parques urbanos devem ser compreendidos como infraestrutura climática essencial.

4.3 A contribuição dos corredores ecológicos na conectividade ambiental

Os corredores ecológicos por sua vez, representam elementos necessários para manutenção da conectividade ambiental urbana, além de favorecerem a preservação da biodiversidade, o deslocamento da fauna, conectando fragmentos vegetados, esses sistemas ampliam a área de solo permeável.

Em Manaus, a expansão urbana desordenada fragmentou drasticamente os remanescentes florestais urbanos, assim a criação de parques lineares ao longo de igarapés urbanos pode simultaneamente:

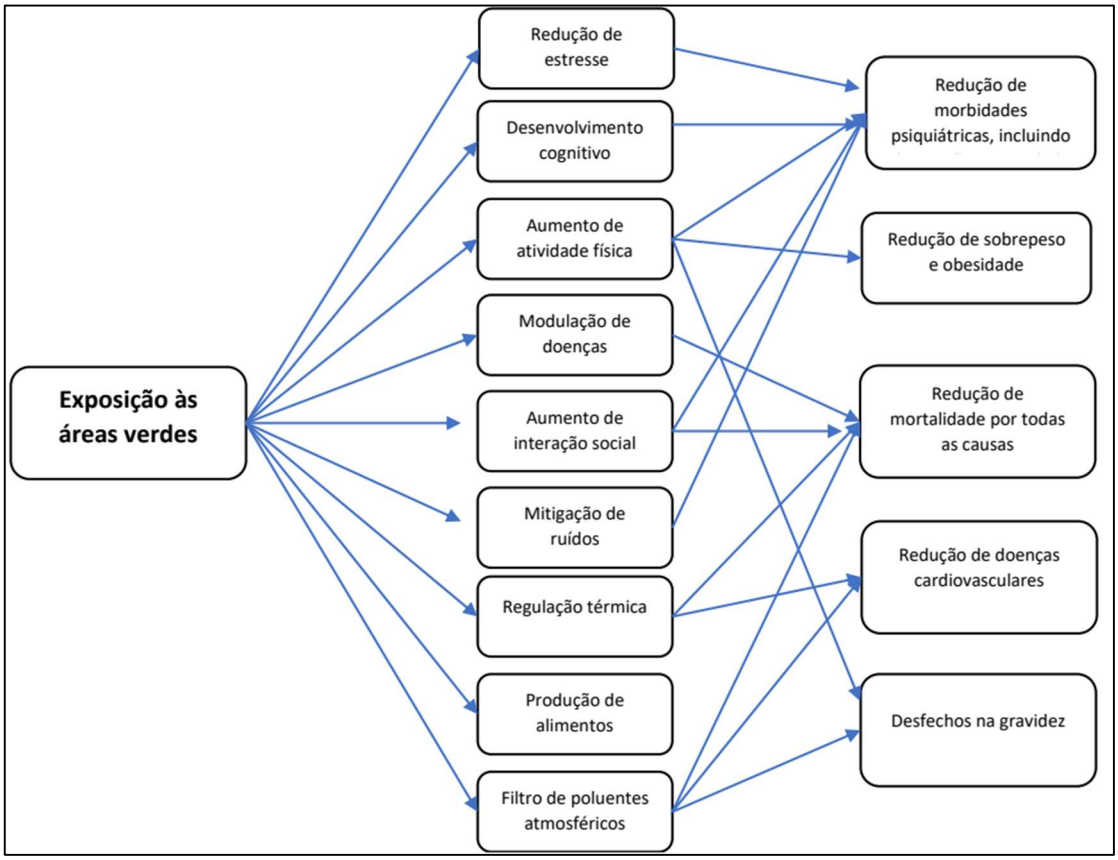
- proteger áreas ambientalmente frágeis;
- ampliar infiltração hídrica;
- reduzir ocupações irregulares;
- criar espaços públicos qualificados;
- fortalecer corredores ecológicos urbanos.

Corredores verdes também contribuem para melhoria microclimática ao favorecer circulação de ar e redução das temperaturas superficiais.

4.4 A relação entre áreas verdes e saúde física e mental

Os resultados analisados demonstram forte correlação entre presença de áreas verdes e melhoria da saúde urbana. A disponibilidade de parques e espaços arborizados favorece práticas esportivas, caminhadas, convivência social e atividades recreativas. Além disso, ambientes naturais exercem efeito positivo sobre saúde mental. Pesquisas em saúde coletiva indicam redução de ansiedade, estresse e sedentarismo em populações com acesso regular a áreas verdes. Durante períodos de calor extremo, espaços arborizados tornam-se importantes refúgios climáticos urbanos.

Figura 1. Vias em que exposições a áreas verdes podem resultar em desfechos na saúde



Fonte: Lourenço *et al.* 2016.

Os efeitos na saúde humana são diversos e em sua maioria estão relacionados com algum dos benefícios ecossistêmicos, exemplo: diminuição da concentração de poluentes atmosféricos pelas plantas e melhora de doenças respiratórias. Inúmeros estudos epidemiológicos e experimentais têm demonstrado uma possível associação entre a existência de áreas verdes intra/extraurbanas e uma série de efeitos benéficos à saúde mental e física da população, (Lourenço *et al.*, 2016).

A pandemia da COVID-19 reforçou a importância dos espaços públicos abertos para saúde física e psicológica da população. Nesse sentido, a infraestrutura verde assume papel estratégico como política pública de saúde preventiva.

4.5 Indicadores ESG aplicáveis à infraestrutura verde

A mensuração da infraestrutura verde por meio de indicadores ESG permite monitoramento mais eficiente das políticas urbanas.

Entre os principais indicadores identificados destacam-se:

- índice de área verde por habitante;
- percentual de cobertura vegetal urbana;
- temperatura superficial média;
- percentual de solo permeável;
- extensão de corredores ecológicos;
- número de parques acessíveis;
- incidência de alagamentos;
- indicadores de saúde associados;
- emissões de carbono evitadas.

A adoção desses indicadores favorece transparência administrativa, planejamento estratégico e avaliação de desempenho das políticas públicas.

Além disso, possibilita integração entre planejamento urbano, sustentabilidade e governança.

4.6 Diretrizes para políticas públicas municipais

A pesquisa evidencia a necessidade de fortalecimento institucional das políticas públicas voltadas à infraestrutura verde.

Entre as principais diretrizes identificadas destacam-se:

- incorporação da infraestrutura verde aos planos diretores municipais;
- implantação de metas quantitativas, por exemplo, aumento da cobertura arbórea para determinado percentual;
- criação de parques lineares em áreas de igarapés;
- obrigatoriedade de implantação de jardins de chuva e pavimentos permeáveis nas obras de reforma e novas edificações;
- ampliação da área permeável por habitante;
- capacitação técnica continuada dos servidores públicos;
- integração entre urbanismo, meio ambiente e infraestrutura;
- criação de indicadores ESG municipais;
- monitoramento climático urbano;
- fiscalização constante.

Observa-se que a qualificação técnica dos profissionais responsáveis pelo planejamento, aprovação de obras e execução da infraestrutura urbana representa fator determinante para transformação sustentável das cidades.

A natureza já oferece soluções eficientes para drenagem, conforto térmico e equilíbrio ambiental. O principal problema não é a ausência total de diretrizes, mas a falta de instrumentos mais modernos e obrigatórios de infraestrutura verde, então o grande desafio contemporâneo reside na capacidade institucional de compreender, planejar e integrar essas soluções ao espaço urbano.

Hoje a legislação trabalha muito mais com taxa de ocupação, afastamentos e índices mínimos de permeabilidade por lote. Poderia haver exigência clara de jardins de chuva, biovaletas, pavimentos permeáveis, reservatórios de retenção em lotes maiores, nos casos de obras de infraestrutura urbana o uso dos canteiros centrais como grandes jardins de chuva integrando também a malha de corredores ecológicos, praças drenantes, áreas úmidas urbanas. Hoje esses alguns desses elementos existem de forma dispersa e com área quase insignificante.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intensificação dos eventos climáticos extremos em Manaus evidencia os limites da infraestrutura urbana tradicional frente às mudanças climáticas. Os resultados analisados demonstram que a infraestrutura verde constitui estratégia eficaz para mitigação climática, adaptação urbana e promoção do bem-estar social.

Sob a perspectiva ESG, o uso da estrutura verde traz benefícios simultâneos nos três pilares da sustentabilidade. No eixo ambiental (Environmental), contribuem para a gestão sustentável dos recursos hídricos, mitigação de enchentes e conservação da biodiversidade. No eixo social (Social), promovem lazer, saúde, bem-estar e qualificação dos espaços públicos. Já no eixo governança (Governance), demandam planejamento integrado, monitoramento de indicadores e articulação entre diferentes órgãos públicos, fortalecendo a gestão urbana sustentável.

Entretanto, verifica-se que muitas cidades brasileiras ainda permanecem excessivamente dependentes de soluções convencionais baseadas exclusivamente em concreto, canalizações e impermeabilização. A experiência que se tem vivido em Manaus, especificamente, demonstra que a negação ao uso de estratégias vernaculares, compromete diretamente a capacidade natural de drenagem e regulação climática.

O Plano Diretor de Manaus já contém bases importantes para a infraestrutura verde, contudo, ele ainda reflete uma visão mais tradicional de planejamento ambiental. Para enfrentar os alagamentos recorrentes e os efeitos das mudanças climáticas, seria recomendável incorporar explicitamente o conceito de Infraestrutura Verde com instrumentos obrigatórios de retenção, infiltração e manejo sustentável das águas pluviais, metas mensuráveis e mecanismos de implementação, fundamental também fortalecer a formação técnica dos profissionais responsáveis pelo planejamento urbano, infraestrutura e gestão pública para compreender os processos naturais como aliados estratégicos do desenvolvimento urbano sustentável e ainda e monitoramento contínuos com maior integração entre as secretarias mais envolvidas neste tema (Implurb, Seminf, Semmas e Defesa Civil).

A natureza possui capacidade intrínseca de absorção, retenção, filtragem e regulação das águas pluviais, bem como de mitigação térmica e melhoria ambiental

que utilizam a capacidade do solo e das plantas para tratar e destinar a água de forma sustentável, sem sobrecarregar a infraestrutura urbana.

Portanto, a consolidação da infraestrutura verde deixar de ser vista apenas como elemento paisagístico e passa a ser tratada como política pública estruturante essencial, assim como o sistema viário, o saneamento e a drenagem, representanso caminho indispensável para construção de cidades amazônicas mais resilientes, humanas e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AMATO-LOURENÇO, L. F.; MOREIRA, T. C. L.; ARANTES, B. L. de.; SILVA FILHO, D. F. da.; MAUAD, T. Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos Avançados**, n. 30, v. 86, p. 113–130, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100008. Acesso em: 09 junho 2026.

AMAZONAS ATUAL. **Tubulação antiga e desordem urbana agravam alagamentos em Manaus.** Manaus, 2025. Disponível em: https://amazonasatual.com.br. Acesso em: 27 maio 2026.

AMAZONAS ATUAL. **Alagações em Manaus são efeitos da intervenção humana, diz arquiteta**. Manaus, 2025. Disponível em: https://amazonasatual.com.br/alagacoes-em-manaus- sao-efeitos-da-intervencao-humana-diz-arquiteta/. Acesso em: 27 maio 2026.

BENEDICT, M.; MCMAHON, E. **Green Infrastructure:** linking landscapes and communities. Washington: Island Press, 2012.

CORRÊA, Polari Batista. **Ilhas de calor na cidade de Manaus:** aspectos observacionais e de modelagem. Manaus: INPA, 2013.

FRANCO, M. **A infraestrutura verde no planejamento urbano contemporâneo**. São Paulo: Annablume, 2018.

G1 AMAZONAS. **Manaus tem 114 ocorrências após chuva e famílias afetadas são levadas a abrigos**. Manaus 2026. Disponível em: https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2026/03/26/manaus-registra-mais-de-100-ocorrencias-apos-forte-chuva-de-160-milimetros.ghtml. Acesso em 08 junho 2026.

HERZOG, C. **Infraestrutura verde:** sustentabilidade e resiliência para cidades. Rio de Janeiro: Mauad, 2010.

INFOAMAZÔNIA. **Ilhas de calor em Belém e Manaus são até 10ºC mais quentes do que áreas vizinhas de floresta**. 2025. Disponível em: https://infoamazonia.org/2025/06/13/ilhas- de-calor-em-belem-e-manaus-sao-ate-10oc-mais-quentes-do-que-areas-vizinhas-de-floresta/. Acesso em 21 maio 2026

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados:** Manaus. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA). **Relatórios climáticos regionais**. Manaus, 2022.

KAPLAN, R.; KAPLAN, S. **The experience of nature:** a psychological perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

LOMBARDO, M. **Ilha de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

MANAUS. Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus. Manaus. **Diário Oficial do Município de Manaus**, 16 janeiro 2014. Edição impressa.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP, 1976.

PREFEITURA DE MANAUS. **Prefeitura de Manaus elimina pontos de alagamento e recupera drenagem no Zumbi dos Palmares**. Manaus, 2026. Disponível em: https://www.manaus.am.gov.br/noticia/intervencao/recuperacao-drenagem-no-zumbi-dos-palmares/. Acesso em: 30 maio 2026.

RIOS DE NOTÍCIAS. **Temporal provoca alagamentos, derruba estruturas de casas e causa transtornos em Manaus. Manaus**, 2026. Disponível em: https://www.riosdenoticias.com.br/temporal-provoca-alagamentos-derruba-estruturas-de-casas-e-causa-transtornos-em-manaus/. Acesso em: 31 maio 2026.

SACHS, I. **Desenvolvimento includente, sustentável e sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Porto Alegre: ABRH, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília: Ministério das Cidades,2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Regional Office for Europe. **Urban Green Spaces and Health**. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2016. Disponível em: https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2016-3352-43111-60341. Acesso em: 09 junho 2026.

WOLF, K. L.; LAM, S. T.; MCKEEN, J. K.; RICHARDSON, G. R. A.; VAN DEN BOSCH, M.; BARDEKJIAN, A. C. Urban trees and human health: a scoping review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, n. 17, v. 12, 2020, 4371. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph17124371. Acesso em: 09 junho 2026.