

CONTRIBUIÇÕES DA ARQUITETURA E URBANISMO PARA OS ODS: ESTRATÉGIAS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES

*Contributions of Architecture and Urban Planning to the Sdgs: Strategies For Sustainable
And Resilient Cities*

Antonio de Jesus Nazareth Dauzaker¹



<https://orcid.org/0000-0002-2032-8594>

Camila Amaro de Souza²



<https://orcid.org/0000-0002-1982-6895>

RESUMO

O estudo analisa as contribuições da arquitetura e do urbanismo para os ODS. Utilizando uma abordagem qualitativa, foram analisados estudos de caso de sustentabilidade urbana em Copenhague, Medellín, Curitiba e Barcelona. A análise focou em infraestruturas verdes, transporte sustentável e gestão de resíduos. Os resultados demonstram que projetos com tecnologias verdes, eficiência energética e acesso a serviços impactam significativamente os ODS. Essas iniciativas dependem tanto de soluções tecnológicas quanto da participação e inclusão ativa das comunidades. Conclui-se que, apesar dos desafios financeiros e sociais, a implementação de políticas inclusivas e programas educacionais colabora para

¹ Arquiteto e Urbanista Mestre e Doutorando em Recursos Naturais (UFMS). E-mail: nazareth_antonio@ufms.br

² Arquiteta e Urbanista, doutora em tecnologias ambientais (UFMS). E-mail: camila.amaro@ufms.br



garantir que os benefícios sejam distribuídos de forma equitativa. Os casos estudados servem como modelos para a integração dos ODS no planejamento urbano.

Palavras-chave: Arquitetura Sustentável; Planejamento Urbano; Cidades Sustentáveis; Educação Ambiental.

ABSTRACT

The study analyzes the contributions of architecture and urban planning to the SDGs. Using a qualitative approach, case studies of urban sustainability were analyzed in Copenhagen, Medellín, Curitiba, and Barcelona. The analysis focused on green infrastructure, sustainable transport, and waste management. The results demonstrate that projects involving green technologies, energy efficiency, and access to services significantly impact the SDGs. These initiatives rely on both technological solutions and community participation. It is concluded that, despite financial and social challenges, the implementation of inclusive policies and educational programs helps ensure that the benefits are distributed equitably. The studied cases serve as models for integrating the SDGs into urban planning.

Keywords: Sustainable Architecture; Urban Planning; Urban Planning; Sustainable Cities.

Introdução

A integração dos princípios de sustentabilidade na arquitetura e no urbanismo oferece uma abordagem promissora para enfrentar os desafios globais de desenvolvimento sustentável. Esta integração pode ser observada em práticas como o uso de materiais sustentáveis, a promoção de eficiência energética e a criação de espaços urbanos que incentivem a coesão social.

À medida que a população urbana continua a crescer, torna-se cada vez mais importante desenvolver estratégias que promovam cidades mais sustentáveis, resilientes e inclusivas. Este desafio é amplamente reconhecido pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, estabelecida pelas Nações Unidas, que apresenta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como um plano de ação global.

Os ODS oferecem uma estrutura abrangente para abordar os mais prementes desafios sociais, econômicos e ambientais do mundo (DIAS, 2023). Entre eles, vários objetivos destacam diretamente a importância do planejamento urbano e do design



arquitetônico na promoção do desenvolvimento sustentável. Mais especificamente, o ODS 11 visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, destacando o papel crítico da arquitetura e do urbanismo na construção de futuros sustentáveis (UNITED NATIONS, 2015).

A crescente urgência de ações contra as mudanças climáticas, conforme delineado no ODS 13, e a necessidade de infraestruturas resilientes e sustentáveis, como proposto no ODS 9, reforçam a necessidade de inovar na forma como construímos e organizamos nossas cidades. Além disso, a promoção da eficiência energética e do uso de energias renováveis, objetivos centrais do ODS 7, requer uma reavaliação fundamental dos métodos de design e construção.

O papel da arquitetura e do urbanismo estende-se além da mera funcionalidade e estética, influenciando diretamente a qualidade de vida, a saúde e o bem-estar das populações urbanas (BEATLEY, 2011). Isso é evidenciado pela crescente pesquisa e prática em design biofílico, cidades de 15 minutos e infraestrutura verde, que visam criar ambientes urbanos que promovam uma vida sustentável e harmoniosa entre os habitantes e o meio ambiente.

Apesar do reconhecimento crescente da importância de práticas sustentáveis, a implementação efetiva dessas estratégias enfrenta múltiplos desafios. Como destacado por Monteiro (2022), esses desafios incluem barreiras econômicas, regulamentações inadequadas, falta de conscientização e resistência à mudança. Superar esses obstáculos requer uma abordagem integrada que envolva parcerias de diversos setores, incluindo governo, indústria da construção civil, comunidade científica e a população em geral.

A inovação tecnológica desempenha um papel importante nesse contexto, oferecendo novas oportunidades para melhorar a eficiência energética, reduzir o desperdício de recursos e promover a resiliência climática (SCHIRMER; CYRNE, 2024). Exemplos notáveis incluem o desenvolvimento de materiais de construção sustentáveis, sistemas de energia renovável integrados e soluções de mobilidade urbana inteligente.



Contudo, a eficácia das infraestruturas verdes e da eficiência energética depende do que a Educação Ambiental Crítica define como participação ativa. Sem a Educação Geográfica, o cidadão não comprehende as dinâmicas espaciais que tornam as cidades resilientes, o que pode levar à rejeição de novas políticas urbanas. Além disso, a participação comunitária e o planejamento participativo emergem como componentes essenciais para garantir que o desenvolvimento urbano atenda às necessidades e às aspirações dos cidadãos (MEEROW, 2020). Isso envolve engajar comunidades locais no processo de planejamento desde o início, assegurando que as soluções propostas sejam culturalmente relevantes e socialmente inclusivas.

Pesquisas acadêmicas desempenham um papel fundamental nesse processo, fornecendo evidências baseadas em dados, análises críticas e recomendações práticas para informar políticas e práticas de design. Conforme afirmado por Benedict e McMahon (2006), a colaboração interdisciplinar entre arquitetos, urbanistas, cientistas ambientais e sociais, engenheiros e decisores políticos é fundamental para abordar a complexidade dos desafios urbanos sustentáveis.

A construção sustentável e o planejamento urbano vão além da minimização do impacto ambiental; eles promovem o bem-estar humano e a equidade social (KIBERT, 2016). Este enfoque holístico é crucial para enfrentar os complexos desafios de sustentabilidade na arquitetura e urbanismo, como enfatizam Beatley e Newman (2013), que destacam a necessidade de abordar também as dimensões sociais e econômicas.

A sustentabilidade na arquitetura envolve criar espaços ambientalmente responsáveis, socialmente justos e economicamente viáveis. Kibert (2016) aponta que isso inclui não apenas a eficiência energética e o uso de materiais sustentáveis, mas também a promoção da saúde e do bem-estar das comunidades.

Abordagens integradas, como tecnologias verdes e design biofílico, são essenciais para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente com o crescimento urbano exercendo pressão sobre recursos naturais. Andrade e Lemos (2018) sugerem que o planejamento urbano deve considerar eficiência energética, redução de



emissões, acessibilidade e inclusão social, abordando assim as necessidades econômicas e sociais das comunidades.

O planejamento urbano desempenha um papel fundamental nos ODS, particularmente o ODS 11, que visa cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Uma abordagem integrada é necessária para enfrentar desafios como urbanização rápida, desigualdades sociais e mudanças climáticas (UN-HABITAT, 2016).

Comunidades resilientes, preparadas para choques futuros, dependem de estratégias de planejamento que enfatizam a resiliência e a inclusão (MEEROW et al., 2016). A eficiência energética em edificações, um tema central para os ODS, exige estratégias como orientação otimizada, isolamento térmico e tecnologias de energia renovável (JOSÉ, 2017).

Práticas de eficiência energética reduzem a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de gases de efeito estufa. Padrões como LEED e BREEAM promovem o uso responsável de recursos. Infraestrutura verde e espaços públicos de qualidade são fundamentais para a sustentabilidade urbana, melhorando a qualidade do ar e reduzindo as ilhas de calor (BEATLEY; NEWMAN, 2013).

Espaços públicos bem projetados incentivam atividades físicas, fortalecem laços comunitários e aumentam a segurança (GEHL, 2013). A mobilidade urbana sustentável, crucial para os ODS, reduz emissões e promove a inclusão social (STEG; GIFFORD, 2005).

A gestão eficiente de água e saneamento é vital para o ODS 6, prevenindo desastres ambientais e promovendo a resiliência urbana (SCHWAB, 2018). Tecnologias de tratamento de águas residuais melhoraram a sustentabilidade e a inclusão social (EHLERS; RIBEIRO, 2013).

Resiliência e adaptação às mudanças climáticas são centrais para a arquitetura e o urbanismo. Estratégias incluem infraestrutura urbana flexível e soluções baseadas na natureza (REVI et al., 2014). A colaboração entre stakeholders maximiza a eficácia das intervenções (BENEDICT; MCMAHON, 2002).



A inclusão social e o acesso à habitação adequada são cruciais para o ODS 11. Envolver comunidades no planejamento resulta em soluções habitacionais mais adequadas e sustentáveis (SILVA, 2023). Tecnologias sustentáveis e inovação são essenciais para atingir os ODS, desde materiais ecológicos até sistemas avançados de gestão de energia (KIBERT, 2016).

A participação comunitária no planejamento urbano é fundamental para garantir sustentabilidade e inclusão, promovendo soluções inovadoras e um senso de pertencimento (ARNSTEIN, 1969; FUNG, 2006). A economia circular melhora a sustentabilidade urbana através da gestão de resíduos e recursos (DEFRUYT, 2019).

Legislação e políticas públicas são fundamentais para promover práticas sustentáveis, integrando requisitos de sustentabilidade em códigos de construção e políticas de desenvolvimento (PEREZ et al., 2020). A implementação de práticas sustentáveis enfrenta desafios técnicos, financeiros e regulatórios, destacando a necessidade de uma abordagem colaborativa (VALDES-VASQUEZ; KLOTZ, 2013; CABOT et al., 2009; MEIJER et al., 2009).

Diante dessa complexidade, o presente estudo visa contribuir para o corpo de conhecimento sobre como a arquitetura e o urbanismo podem efetivamente apoiar a realização dos ODS. Para tanto, adota-se uma metodologia qualitativa baseada em análise de estudos de caso, selecionando projetos inovadores de diversas partes do mundo que exemplificam práticas sustentáveis em arquitetura e urbanismo. Essa abordagem metodológica, com base no trabalho de Hollweck (2015), e complementada por uma revisão da literatura existente, permite uma análise dos processos, desafios e impactos dessas iniciativas.

O objetivo geral deste trabalho é investigar como a arquitetura e o urbanismo podem contribuir para os ODS, identificando estratégias, técnicas e práticas que alinhem o planejamento, design e construção de espaços urbanos com os ODS, enfatizando como esses espaços atuam como ferramentas de Educação Ambiental e formação de consciência espacial. Ao fazê-lo, espera-se fornecer resultados didáticos para



pesquisadores, profissionais e formuladores de políticas interessados em promover um futuro urbano mais sustentável e resiliente.

Materiais e Métodos

A metodologia deste estudo adota uma abordagem qualitativa, fundamentada na análise de estudos de caso para analisar como a arquitetura e o urbanismo contribuem para a realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Este procedimento se alinha à estrutura de análise proposta por Hollweck (2015).

O estudo se baseia na seleção e avaliação de iniciativas de quatro cidades notáveis, escolhidas por sua diversidade geográfica e por suas práticas inovadoras em sustentabilidade urbana. As cidades analisadas são Copenhague, focada em mobilidade sustentável e neutralidade de carbono; Medellín, destacada pela inclusão social e transporte público inovador (Metrocable); Curitiba, reconhecida pelo sistema de Ônibus de Trânsito Rápido (BRT) e programas de reciclagem; e Barcelona, pioneira na implementação de Superblocos.

A coleta de dados empregou exclusivamente fontes secundárias, abrangendo relatórios de projetos, publicações acadêmicas, artigos de jornais e documentos governamentais, o que permite uma visão abrangente e contextualizada das práticas. Na etapa de avaliação dos projetos, a análise concentrou-se nos objetivos iniciais, nas estratégias de implementação, nos desafios enfrentados e nos resultados alcançados em relação a temas centrais como eficiência energética, uso de energias renováveis, inclusão social e resiliência climática.

Para garantir a validade e a confiabilidade dos achados, utilizou-se a triangulação de fontes como um procedimento de análise, permitindo a comparação de informações e a identificação de padrões transversais entre os casos estudados. O processo metodológico completo está visualmente detalhado na Figura 1, a qual representa o fluxo de trabalho desde a abordagem qualitativa até a triangulação e identificação de padrões.

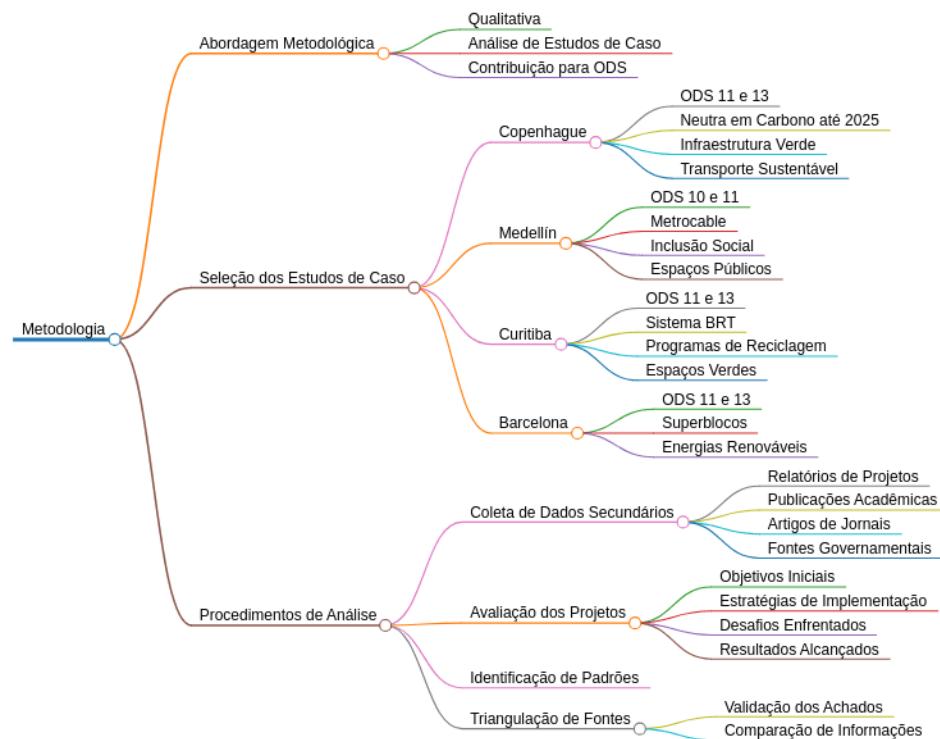


Figura 1: Metodologia adotada para o estudo. **Fonte:** Autores, 2024.

Essa abordagem permite uma análise detalhada dos processos e impactos dessas iniciativas urbanas, fornecendo evidências consistentes para a promoção de um futuro mais sustentável e resiliente em consonância com os ODS.

Resultados e Discussão

Esta análise demonstra como quatro cidades distintas implementaram projetos que atendem às ODS. Cada cidade, com suas abordagens, oferece valiosos resultados sobre práticas de projetos e planejamento urbano sustentáveis. A pesquisa abrange desde a implementação de infraestruturas verdes e sistemas de transporte sustentável até programas de reciclagem e gestão de resíduos sólidos, destacando os benefícios, desafios e impactos de cada iniciativa. Ao explorar estas práticas, busca-se fornecer uma



compreensão de como a integração dos ODS no planejamento urbano pode transformar cidades em espaços mais resilientes, inclusivos e sustentáveis.

Copenhague, Dinamarca: Um modelo de sustentabilidade urbana

Copenhague, a capital da Dinamarca, é amplamente reconhecida por suas iniciativas de sustentabilidade urbana. A cidade está determinada a se tornar neutra em carbono até 2025, e suas estratégias abrangem desde a infraestrutura verde até a mobilidade urbana sustentável. Esta abordagem integrada não só visa reduzir as emissões de carbono, mas também melhorar a qualidade de vida dos seus habitantes. Este ensaio explora detalhadamente alguns dos projetos mais impactantes da cidade e critica os desafios e limitações enfrentados.

Um dos pilares da estratégia de sustentabilidade de Copenhague é a promoção do uso da bicicleta como principal meio de transporte. A cidade possui mais de 390 km de ciclovias, e aproximadamente 62% dos residentes utilizam bicicletas para deslocamentos diários (Figura 2). Este enfoque reduz significativamente as emissões de carbono associadas ao transporte. De acordo com (FREUDENDAL-PEDERSEN, 2020; GÖSSLING, 2013), Copenhague se destaca pelo seu sistema integrado de ciclovias e transporte público, que reduz significativamente as emissões de carbono e melhora a qualidade de vida urbana.

Para além da infraestrutura de engenharia, a malha cicloviária de Copenhague funciona como um dispositivo de Educação Ambiental e Geográfica. A cultura do ciclismo, reforçada por programas educativos, transforma o espaço urbano em um 'educador silencioso', onde o cidadão, desde a infância, aprende a interagir com o território de forma sustentável, consolidando uma consciência espacial que prioriza o bem coletivo e a saúde ambiental.

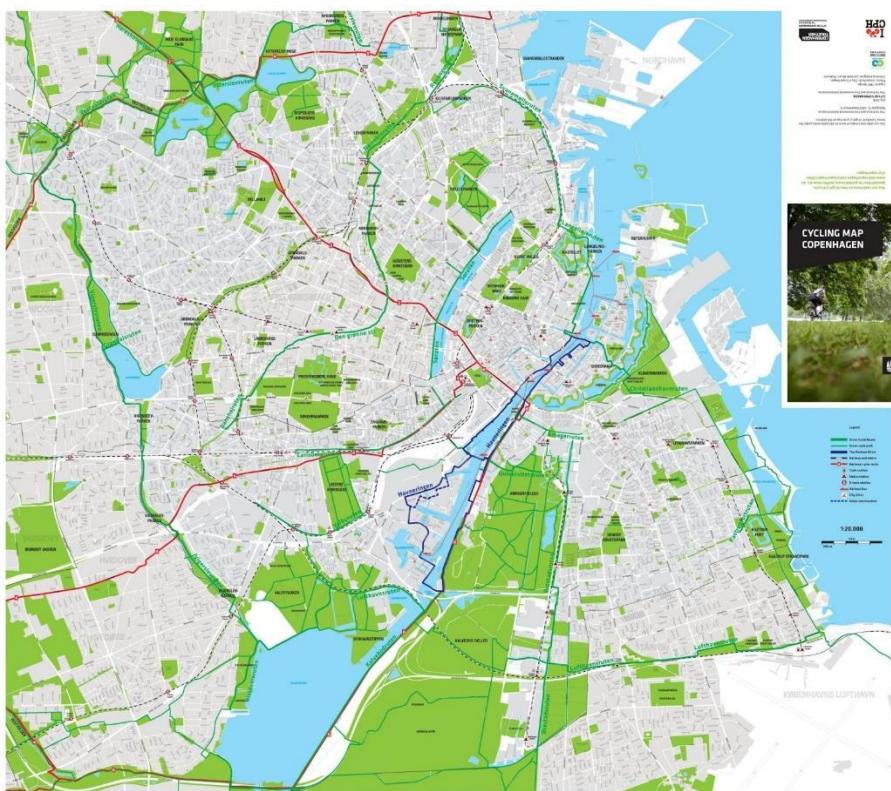


Figura 2: Mapa das ciclovias de Copenhague. As cores representam os tipos de ciclovia: Em verde com a maior espessura é o *Green Cycle Route*. No verde com menor espessura é o *Green Cycle Path*. Em azul se encontra o *The Harbour Circle*. Em vermelho a *National Cycle Route*. **Fonte:** Copenhagenmap360, 2014.

Além das ciclovias, Copenhague tem investido em infraestrutura verde, como telhados verdes e jardins de chuva. Estas soluções ajudam a mitigar as mudanças climáticas, mas também melhoram a gestão das águas pluviais, reduzindo o risco de inundações. Os telhados verdes de Copenhague contribuem para a retenção de água da chuva e a redução do efeito de ilha de calor urbana, além de proporcionar benefícios estéticos e de biodiversidade (ARCHDAILY, 2015).

Outra iniciativa importante é o desenvolvimento do sistema de transporte público, que inclui ônibus elétricos e uma rede de metrô eficiente. A cidade tem investido em ônibus elétricos para substituir os veículos movidos a diesel, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o metrô de Copenhague é conhecido por sua pontualidade e



eficiência, incentivando mais pessoas a utilizarem o transporte público em vez de carros particulares. Segundo (OGRYZEK et al., 2020) a transição para ônibus elétricos demonstra o compromisso de uma cidade com a redução das emissões de carbono e a melhoria da qualidade do ar.

Copenhague também se destaca pela sua política de gestão de resíduos sólidos. A cidade possui um sistema avançado de reciclagem e incineração de resíduos, onde o calor gerado pela incineração é utilizado para aquecer as residências durante o inverno. Este sistema de gestão de resíduos é eficiente e ambientalmente amigável (BISINELLA et al., 2022). O modelo de Copenhague de incineração de resíduos para energia é um exemplo de como a gestão de resíduos pode ser integrada na estratégia de sustentabilidade de uma cidade.

O modelo de incineração de resíduos para energia de Copenhague (Figura 3) é conhecido como *waste-to-energy* (WTE) e é exemplificado pela planta de incineração *Amager Bakke*. Este modelo combina a incineração de resíduos com a geração de energia, transformando resíduos sólidos em eletricidade e calor, que são utilizados para aquecer residências e edifícios na cidade.

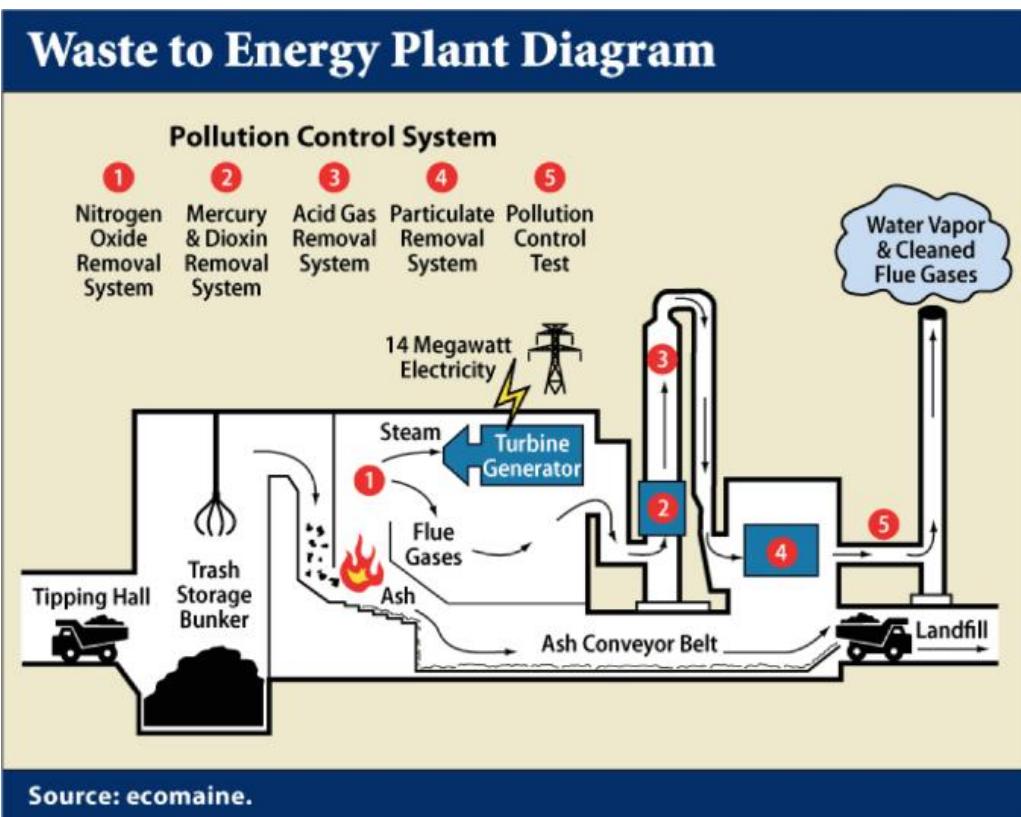


Figure 1 typical WTE diagram

Figura 3: diagrama típico de WTE. O diagrama típico de uma planta de conversão de resíduos em energia (Waste-to-Energy, WTE). O sistema de controle de poluição inclui a remoção de NOx, mercúrio, dioxinas, gases ácidos e particulados, além de testes de eficiência antes da liberação dos gases tratados. O processo começa com a recepção e incineração de resíduos, gerando vapor para acionar uma turbina geradora de eletricidade. Os gases de combustão são tratados antes de serem liberados como vapor d'água e gases limpos, enquanto as cinzas resultantes são dispostas em aterros sanitários. **Fonte:** Ecomaine, 2014.

No entanto, apesar de todos esses esforços, Copenhague enfrenta desafios significativos. A transição para uma cidade neutra em carbono exige investimentos financeiros substanciais e mudanças culturais e comportamentais entre seus residentes. A crescente população urbana coloca pressão sobre os recursos naturais e a infraestrutura existente. Há críticas de que as políticas de sustentabilidade podem não ser suficientes para acompanhar o ritmo do crescimento urbano.



A inclusão social nos projetos de sustentabilidade, embora avançadas, podem não estar totalmente acessíveis a todas as camadas da sociedade. A gentrificação e o aumento dos custos de moradia são questões que precisam ser abordadas para garantir que todos os residentes possam se beneficiar dos projetos sustentáveis. A gentrificação resultante dos projetos verdes pode levar ao deslocamento de comunidades de baixa renda, exacerbando as desigualdades sociais (SOVACOOL et al., 2019).

Em termos de inovação tecnológica, Copenhague também está explorando o potencial das cidades inteligentes. A implementação de sensores e a utilização de dados em tempo real para monitorar o consumo de energia, qualidade do ar e gestão do tráfego são exemplos de como a cidade está se preparando para o futuro. A integração de tecnologias inteligentes na infraestrutura urbana oferece novas oportunidades para otimizar a eficiência energética e melhorar a resiliência da cidade (HAARSTAD, 2017).

A educação e a conscientização pública desempenham um papel fundamental no sucesso dos projetos sustentáveis. Programas educacionais e campanhas de conscientização são realizados para informar os cidadãos sobre a importância da sustentabilidade e como eles podem contribuir. Esta abordagem colaborativa ajuda a garantir que os projetos sejam implementados e mantidos a longo prazo.

Os benefícios destes projetos são amplos e contemplam diversos ODS. As ciclovias e o transporte público sustentável contribuem diretamente para o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), ao reduzir as emissões de carbono e melhorar a mobilidade urbana. A infraestrutura verde, como telhados verdes e jardins de chuva, além de abordar o ODS 11, também apoia o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) ao melhorar a gestão das águas pluviais. As políticas de gestão de resíduos avançadas de Copenhague abordam o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), demonstrando como a cidade integra múltiplos objetivos de sustentabilidade em suas estratégias urbanas.



Medellín, Colômbia: Um exemplo de inovação em sustentabilidade e inclusão urbana

Medellín, a segunda maior cidade da Colômbia, tem se destacado nos últimos anos por suas inovações urbanas que promovem a sustentabilidade e a inclusão social. Um dos projetos mais icônicos é o Metrocable demonstrado na Figura 4, uma rede de teleféricos urbanos que conecta comunidades marginalizadas, situadas em encostas íngremes, ao centro da cidade. Inaugurado em 2004, o Metrocable melhorou a mobilidade urbana e transformou as dinâmicas sociais dessas áreas, promovendo a coesão e reduzindo a desigualdade (BRAND; DAVILA, 2011). O Metrocable de Medellín promoveu uma integração física e simbólica das comunidades periféricas com o resto da cidade.



Figura 4: Metrocable em Medellin. **Fonte:** Javier Larrea, 2022. Acesso em: <https://redejuntos.org.br/5-iniciativas-inovadoras-de-medellin-para-se-inspirar/>

Outro projeto de destaque é o Parque Biblioteca España, um complexo cultural e educacional situado no bairro Santo Domingo Savio, uma das áreas mais pobres de Medellín. O parque biblioteca é um espaço para leitura e um centro comunitário que oferece acesso a recursos educacionais e culturais. O projeto visava melhorar a infraestrutura e proporcionar oportunidades de desenvolvimento social e cultural.



Nesse contexto, os Parques Bibliotecas em Medellín transcendem a função de meras edificações culturais; eles se consolidam como polos de alfabetização científica e cidadã em áreas historicamente marginalizadas. Ao oferecer acesso a recursos educacionais e tecnológicos, esses espaços promovem uma transformação na percepção geográfica dos moradores, permitindo que comunidades antes isoladas se reconheçam como sujeitos ativos na construção de uma cidade mais inclusiva e resiliente. Segundo (ECHEVERRI; ORSINI, 2011), esses projetos representam um esforço significativo para reverter décadas de negligência social e urbana.

Medellín investiu em infraestrutura verde com a criação de corredores ecológicos ao longo de seus rios e canais (Figura 5). Esses corredores, como o *Parque Lineal La Presidenta*, funcionam como espaços de lazer e recreação, ao mesmo tempo em que ajudam a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. De acordo com (ANGUELOVSKI et al., 2019) a integração de espaços verdes em áreas urbanas densamente povoadas pode melhorar significativamente a qualidade do ar e a saúde pública.

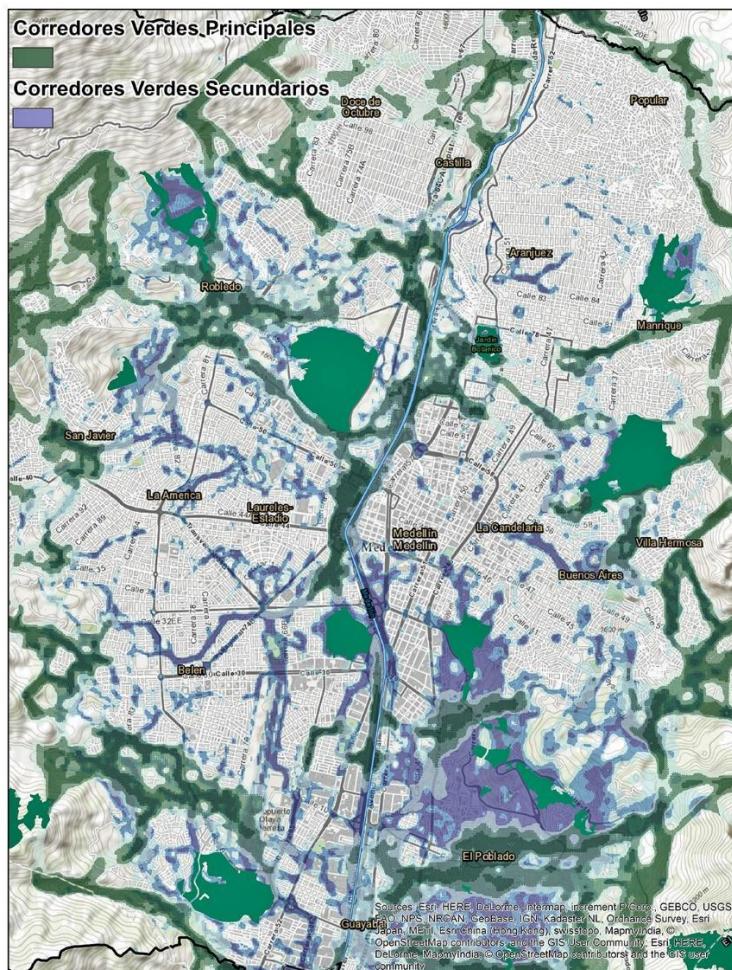


Figura 5: Mapa dos Corredores Verdes de Medellín. Os Corredores Verdes Principais são representados em verde escuro, esses corredores destacam as principais áreas de vegetação e conectividade ecológica dentro da cidade. Os Corredores Verdes Secundários: São representados em azul claro, indicam as áreas secundárias de vegetação que complementam a rede ecológica principal. **Fonte:** UNAL, 2018.

Os programas de urbanismo social de Medellín também merecem destaque. Esses programas envolvem a requalificação de áreas urbanas degradadas e a melhoria das condições habitacionais. O Projeto Urbano Integral (PUI) é um exemplo, combinando intervenções físicas, sociais e econômicas para promover o desenvolvimento sustentável. Segundo (ANTONUCCI; BUENO, 2022) o PUI combina intervenções físicas, sociais e econômicas para promover um desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo. Essas intervenções incluem a renovação de



infraestruturas, construção de novos equipamentos urbanos, criação de oportunidades econômicas e implementação de programas de inclusão social.

Medellín também implementou um sistema abrangente de transporte público integrado, que inclui ônibus articulados, trens e bicicletas compartilhadas, além do Metrocable. Este sistema visa reduzir a dependência de veículos particulares e diminuir a emissão de gases de efeito estufa. Conforme (BOCAREJO et al., 2012), a integração do transporte público é essencial para promover a mobilidade sustentável e reduzir o impacto ambiental nas cidades.

A primeira linha do Metrocable, a Linha K, foi construída até o bairro Santo Domingo Savio, atendendo aproximadamente 230 mil habitantes em 12 localidades e conectando o nordeste de Medellín ao centro da cidade. A Linha J do Metrocable, por sua vez, atende cerca de 315 mil habitantes em 37 distritos. A implementação dessas linhas de teleférico foi uma resposta inovadora aos desafios de mobilidade enfrentados pelas comunidades marginalizadas localizadas nas colinas ao redor de Medellín (CONNECTIVE CITIES, 2011).

O Metrocable reduziu pela metade o tempo médio de viagem dos bairros ao centro, de aproximadamente duas horas para uma. A integração com o principal sistema de transporte público de Medellín aumentou o conforto dos passageiros e reduziu tanto o custo quanto a duração das viagens. Essa melhoria na mobilidade não só facilitou o acesso a serviços essenciais como também incentivou a inclusão social, transformando áreas anteriormente isoladas em partes vibrantes e conectadas da cidade.

A introdução do MetroCable resultou em uma redução de até 65% no tempo e custo de deslocamento para os residentes, e um aumento substancial no uso do sistema de transporte público, conectando as áreas de baixa renda ao centro da cidade e aos serviços disponíveis (CENTREFORPUBLICIMPACT, 2016).

Entretanto, apesar dos inúmeros avanços, os projetos de Medellín enfrentam críticas. Alguns especialistas argumentam que, embora o Metrocable tenha melhorado a mobilidade, ele não resolve os problemas estruturais de pobreza e desigualdade. Como apontado por Rodríguez e Sugranyes (2015), os projetos de infraestrutura, por si só, não são suficientes para resolver as questões socioeconômicas profundas. Além disso, a



manutenção e sustentabilidade financeira desses projetos a longo prazo ainda são desafios significativos.

A revitalização do centro histórico de Medellín é outro exemplo de intervenção urbana. Através do programa Medellín, la Más Educada, a cidade focou em transformar espaços públicos deteriorados em áreas seguras e atraentes. O Paseo Bolívar é um exemplo dessa transformação, promovendo um ambiente urbano mais seguro e vibrante. No entanto, esse projeto também enfrentou críticas devido ao deslocamento de populações vulneráveis. De acordo com Restrepo (2018), a revitalização urbana deve ser acompanhada de políticas que protejam os direitos dos moradores de baixa renda.

Os benefícios desses projetos são inegáveis. Eles melhoraram a infraestrutura urbana e promoveram a inclusão social e a sustentabilidade ambiental. O Metrocable, por exemplo, contribuiu significativamente para o ODS 10 (Redução das Desigualdades) ao facilitar o acesso das comunidades periféricas aos serviços urbanos. Os parques lineares e as bibliotecas comunitárias promovem o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) ao criar espaços urbanos resilientes e inclusivos. Além disso, a integração do transporte público aborda o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) ao reduzir a dependência de veículos particulares e as emissões de carbono.

Os projetos de Medellín têm demonstrado que a combinação de inovação urbana e inclusão social pode trazer melhorias significativas na qualidade de vida dos cidadãos. No entanto, ainda há desafios a serem enfrentados. Os projetos de infraestrutura, por si só, não resolvem completamente as questões socioeconômicas profundas. Além disso, a manutenção e sustentabilidade financeira desses projetos a longo prazo permanecem como obstáculos significativos. Para que a revitalização urbana seja eficaz, é essencial que ela seja acompanhada de políticas que protejam os direitos dos moradores de baixa renda. As iniciativas de Medellín servem como um modelo valioso para outras cidades que desejam integrar os ODS em seu planejamento urbano.



Curitiba, Brasil: Um modelo de planejamento urbano sustentável

Curitiba é amplamente reconhecida como uma referência mundial em planejamento urbano sustentável. Desde a década de 1970, a cidade tem implementado uma série de projetos inovadores que visam melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, promover a sustentabilidade ambiental e fomentar a inclusão social. O sistema de ônibus de trânsito rápido (BRT) é uma das iniciativas mais emblemáticas da cidade, revolucionando a mobilidade urbana e servindo de modelo para cidades ao redor do mundo. Segundo (GOODMAN et al., 2006), o sistema BRT de Curitiba, inaugurado em 1974, é considerado um dos primeiros do mundo e inspirou diversas outras cidades a adotar sistemas semelhantes.

Além do BRT, Curitiba também desenvolveu uma abordagem integrada de planejamento urbano que inclui a criação de parques e áreas verdes, a implementação de programas de reciclagem e a promoção de práticas de construção sustentável. A cidade é conhecida por seus extensos parques urbanos, que oferecem espaços de lazer para a população e desempenham um papel importante na gestão de águas pluviais e na mitigação das ilhas de calor.

Curitiba tem investido em programas de reciclagem que envolvem a comunidade e promovem a conscientização ambiental. O programa Lixo que não é lixo incentiva os cidadãos a separar os resíduos recicláveis dos orgânicos, resultando em altas taxas de reciclagem (CURITIBA, 2024a). A cidade de Curitiba alcançou uma taxa de reciclagem de 22,5%, muito acima da média nacional com seus 3%, graças a seus programas bem estruturados de gestão de resíduos (CURITIBA, 2024b).

O programa Lixo que não é lixo configura-se como um caso emblemático de educação ambiental crítica. A expressiva taxa de reciclagem de 22,5% alcançada pela cidade não é fruto apenas de logística eficiente, mas de um processo educativo concomitante onde escola e poder público atuam na mudança de comportamento

geracional, transformando a gestão de resíduos em um exercício diário de cidadania e preservação ambiental.

A promoção do transporte sustentável é outro pilar do planejamento urbano de Curitiba. Além do BRT, a cidade tem investido em ciclovias e calçadas, incentivando modos de transporte ativo como caminhar e andar de bicicleta. Curitiba possui uma rede de ciclovias que se estende por mais de 280 km, facilitando o deslocamento seguro e sustentável dos ciclistas (Figura 6).

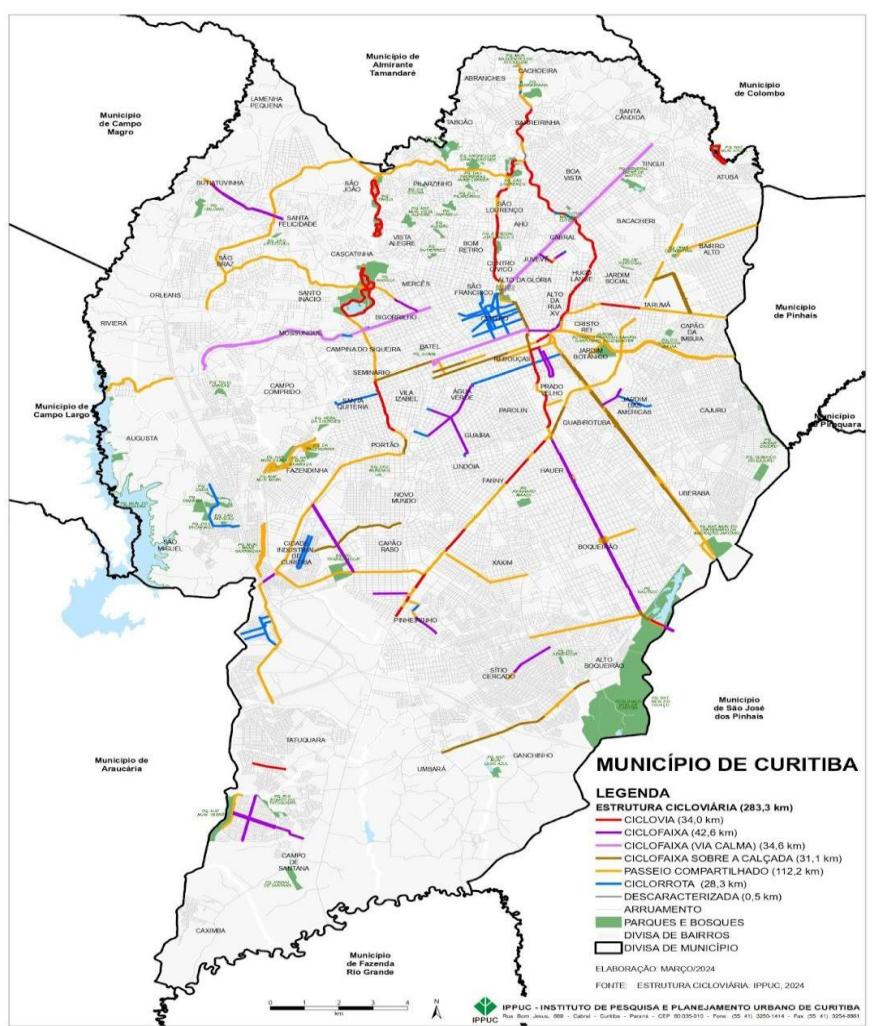




Figura 6: Sistema Cicloviário de Curitiba. No mapa, as ciclovias (34,0 km) estão em vermelho, as ciclofaixas (42,6 km) em roxo, as ciclofaixas (Via Calma) (34,6 km) em lilás, as ciclofaixas sobre a calçada (31,1 km) em marrom, os passeios compartilhados (112,2 km) em amarelo, as ciclorrotas (28,3 km) em azul, as áreas descaracterizadas (0,5 km) em cinza, os arruamentos em cinza claro e os parques e bosques em verde. **Fonte:** IPPUC, 2024.

Apesar dos muitos sucessos, Curitiba também enfrenta desafios significativos. O rápido crescimento populacional tem pressionado a infraestrutura urbana, e algumas áreas periféricas ainda carecem de serviços adequados. O crescimento populacional em Curitiba tem superado a capacidade da cidade de expandir sua infraestrutura de forma proporcional, resultando em áreas com serviços insuficientes (MOURA et al., 2023).

Outro desafio é a manutenção e atualização do sistema BRT, que, após décadas de operação, requer investimentos contínuos para manter sua eficiência e atender à demanda crescente. A manutenção e modernização do sistema BRT de Curitiba são essenciais para garantir sua longevidade e eficácia como meio de transporte sustentável (LINDAU et al., 2010).

Além dos desafios físicos, Curitiba também enfrenta questões sociais, como a desigualdade e a segregação espacial. Algumas áreas da cidade, especialmente as periferias, ainda enfrentam problemas de acesso a serviços básicos e oportunidades econômicas. Como destacado por Andreoli Bittencourt (2019) a desigualdade espacial em Curitiba reflete-se na disparidade de acesso a serviços urbanos e infraestrutura entre o centro e as periferias.

Apesar dessas dificuldades, os projetos de Curitiba têm gerado benefícios significativos para a cidade e seus habitantes. A redução das emissões de carbono, a melhoria da qualidade do ar e a promoção de um estilo de vida mais saudável são alguns dos impactos positivos associados às iniciativas de transporte sustentável e infraestrutura verde. Os benefícios ambientais e sociais dos projetos de Curitiba são amplamente reconhecidos, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida urbana.



Os projetos de Curitiba contemplam vários ODS. O ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) é diretamente abordado pelas iniciativas de mobilidade urbana e infraestrutura verde, enquanto o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) é contemplado pelas estratégias de redução de emissões e promoção de práticas sustentáveis. Além disso, os programas de reciclagem e educação ambiental contribuem para o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis). Os projetos de Curitiba exemplificam como a integração de políticas públicas pode promover o desenvolvimento urbano sustentável e resiliente.

Barcelona, Espanha: Inovações urbanas aos ODS

Barcelona tem implementado o conceito de Superblocos como parte de sua estratégia para transformar a cidade em um espaço mais sustentável e habitável. Na Figura 7, é demonstrado os superblocos e suas áreas, onde o tráfego de veículos é significativamente reduzido, e as ruas internas são priorizadas para pedestres e ciclistas (C40 CITIES, 2019).

Cada superbloco é composto por nove quarteirões, criando espaços livres de carros no interior, enquanto o tráfego é direcionado ao redor do perímetro. Segundo Mueller et al. (2018) os superblocos é uma solução para reduzir a poluição do ar e promover a mobilidade sustentável.

Os superblocos diminuem a poluição do ar e o ruído e criam espaços públicos onde as pessoas podem socializar e se engajar em atividades recreativas. Esses espaços contribuem para a melhoria da saúde mental e física dos moradores, promovendo um estilo de vida mais ativo. A C40 Cities, (2019) destacou que os superblocos têm o potencial de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e melhorar significativamente a qualidade de vida urbana.

A implementação permitirá reduzir em 21% o uso de carros particulares e ciclomotores na cidade. A diminuição prevista de CO₂, considerando essa redução de 21% no tráfego de veículos motorizados particulares, foi de 22,6% entre 2011 e 2018. Em termos



absolutos, isso significa uma queda de 785 toneladas para 608 toneladas de CO₂, representando uma redução total de 177 toneladas (C40 CITIES, 2019).

A implementação dos Superblocos em Barcelona exige e, ao mesmo tempo, promove uma nova Educação Geográfica para seus habitantes. Ao reduzir drasticamente o tráfego motorizado, o cidadão é desafiado a reaprender o uso do espaço público, deslocando a visão da rua como mero corredor de trânsito para um lugar de convivência e aprendizado comunitário, o que fortalece a formação de uma consciência espacial voltada à qualidade de vida urbana.

Além dos superblocos, Barcelona tem investido em projetos de energia renovável e economia circular. A cidade tem promovido o uso de energia solar através de subsídios e incentivos fiscais, e está trabalhando para aumentar a eficiência energética dos edifícios públicos e privados. Ghisellini et al., (2016) destacam que a transição para uma economia circular é apoiada por iniciativas de reciclagem e compostagem, além de programas de reutilização de materiais de construção.

O sistema de transporte público de Barcelona também está incluído em sua estratégia de sustentabilidade. A cidade investiu na expansão de sua rede de metrô e na integração de modos de transporte, incluindo bicicletas e ônibus elétricos.

Esta integração facilita a transição para formas de transporte mais limpas e reduz a dependência de carros particulares, contribuindo para a diminuição das emissões de carbono e promovendo uma cidade mais saudável e ambientalmente responsável (CERVERO et al., 2009).

A Prefeitura de Barcelona alocará entre 45 e 50 milhões de euros para a criação de 44 hectares de infraestrutura verde até 2019. Este investimento faz parte do Programa de Impulso à Infraestrutura Verde Urbana, que é sustentado por três eixos principais (ARCHDAILY, 2017). O projeto ambiciona aumentar em 165 hectares a quantidade de áreas verdes naturais até 2030, com o objetivo de incrementar a disponibilidade de espaços verdes em 1 metro quadrado por pessoa (Figura 8).



Figura 8: Áreas Verdes de Barcelona. As tonalidades de verde variam de claro a escuro, indicando a densidade de vegetação nas diferentes áreas. O verde escuro identifica áreas com alta densidade de vegetação, como grandes parques e florestas urbanas, sinalizando zonas com maior presença de verde. Em contraste, o verde claro denota áreas com menor densidade de vegetação, como pequenos parques, jardins e áreas verdes dispersas. As áreas em cinza representam regiões urbanizadas com pouca ou nenhuma vegetação. O mapa destaca bairros como Sarrià-Sant Gervasi, Gràcia e Montjuïc, onde a presença de vegetação é mais pronunciada, proporcionando uma visão clara da distribuição da vegetação urbana, essencial para o planejamento ambiental e urbano sustentável. **Fonte:** MOVACTIVA, 2023.

Esses espaços servem como locais de lazer e ajudam a mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas e melhorar a biodiversidade. As áreas verdes urbanas desempenham um papel fundamental na resiliência climática e na promoção da saúde pública, pois ajudam a mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas, melhoraram a qualidade do ar e oferecem



espaços para atividades físicas e recreativas que beneficiam o bem-estar mental e físico dos moradores (WINTER DE CARVALHO; DE SOUZA BARBOSA, 2019).

Os projetos de Barcelona oferecem inúmeros benefícios que se alinham diretamente com vários ODS. Os superblocos e a promoção de transporte sustentável ajudam a alcançar o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima). A expansão de áreas verdes e parques urbanos contribui para o ODS 15 (Vida Terrestre), enquanto as iniciativas de economia circular e energia renovável abordam o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível). Esses projetos não só melhoraram a sustentabilidade ambiental, mas também promovem a inclusão social e a saúde pública.

Barcelona tem mostrado que a combinação de inovação urbana, participação comunitária e uso estratégico de tecnologia pode criar uma cidade mais sustentável e habitável. Os superblocos, as iniciativas de transporte sustentável e os projetos de energia renovável são exemplos de como as cidades podem alinhar-se aos ODS para enfrentar os desafios ambientais e sociais do século XXI. Embora existam desafios, a abordagem proativa e inclusiva de Barcelona serve como um modelo para outras cidades ao redor do mundo.

Considerações Finais

Este estudo confirma que a arquitetura e o urbanismo são vetores colaborativos para a realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A integração de tecnologias verdes, a promoção da eficiência energética e a garantia de acesso a serviços básicos demonstram um impacto significativo no desenvolvimento urbano sustentável.

A análise dos casos de Copenhague, Medellín, Curitiba e Barcelona revelou que a sustentabilidade urbana depende intrinsecamente do engajamento social e da inclusão. A implementação de infraestruturas verdes, sistemas de transporte sustentável, programas de reciclagem e gestão de resíduos sólidos produziu benefícios ambientais e sociais inegáveis.



Apesar do potencial transformador desses projetos, o estudo identifica desafios substanciais, como a necessidade de investimentos financeiros, a superação de barreiras culturais e a mitigação da gentrificação. Além disso, a manutenção e a sustentabilidade financeira dos projetos a longo prazo permanecem como obstáculos relevantes. Para otimizar o sucesso e a longevidade das iniciativas, recomenda-se uma abordagem holística que harmonize a inovação tecnológica com políticas sociais robustas e inclusivas.

É fundamental a implementação de políticas de proteção que salvaguardam os direitos dos moradores de baixa renda, assegurando a distribuição equitativa dos benefícios gerados. Nesse sentido, conclui-se que a sustentabilidade urbana é, antes de tudo, um projeto pedagógico. A continuidade de programas de educação e conscientização pública é fundamental, visto que a distribuição equitativa dos benefícios e a gestão eficiente do espaço só são plenamente possíveis quando a comunidade possui alfabetização científica para gerir seus próprios recursos e compreender as dinâmicas ambientais e espaciais.

Os exemplos de Copenhague, Medellín, Curitiba e Barcelona destacam o potencial das estratégias integradas de sustentabilidade. Estes casos fornecem modelos valiosos para cidades que buscam alinhar seu planejamento urbano aos ODS, promovendo uma urbanização mais sustentável, resiliente e equitativa globalmente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG/UFMS) e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PGRN/UFMS) pelo suporte à pesquisa.

Referências

BITTENCOURT, Taina Andreoli. **Planejamento urbano modelo e constituição das desigualdades socioespaciais: a infraestrutura do espaço intra-urbano de Curitiba.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 18., 2019, Natal. *Anais...*



Natal: ANPUR, 2019. Disponível em:

<https://xviiienanpur.anpur.org.br/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1613>.

ANGUELOVSKI, I. et al. **Grabbed Urban Landscapes: Socio-spatial Tensions in Green Infrastructure Planning in Medellín.** International Journal of Urban and Regional Research, Hoboken, v. 43, n. 1, p. 133–156, 2019.

ANTONUCCI, D.; BUENO, L. G. **Social and Environmental Function of Urban Space.** In: Cities as Assemblages. [S.I.]: [s.n.], v. 3, p. 243–253, 2022.

ARCHDAILY. **Barcelona criará 44 hectares de novas áreas verdes até 2019.**

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/872077/barcelona-criara-44-hectares-de-novas-areas-verdes-ate-2019>. Acesso em: 21 maio 2024.

ARCHDAILY. **Copenhague torna obrigatoria a construção de telhados verdes.**

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/778398/copenhague-torna-obrigatoria-a-construcao-de-telhados-verdes>. Acesso em: 20 maio 2024.

BISINELLA, V. et al. **Environmental assessment of amending the Amager Bakke incineration plant in Copenhagen with carbon capture and storage.** Waste Management & Research, Thousand Oaks, v. 40, n. 1, p. 79–95, jan. 2022.

BOCAREJO, J. P. et al. **Impact of Bus Rapid Transit Systems on Road Safety: Lessons from Bogotá, Colombia.** Transportation Research Record, Thousand Oaks, v. 2317, n. 1, p. 1–7, jan. 2012.

BRAND, P.; DAVILA, J. **Mobility innovation at the urban margins, Medellin's Metrocables.** City, [S.I.], v. 15, p. 647–661, dez. 2011.

BRYMAN, A. **Social research methods.** 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2016.

C40 CITIES. **A implementação do programa Superblocks em Barcelona:** enchendo nossas ruas com vida. Disponível em: <https://www.c40.org/pt/case-studies/barcelona-superblocks/>. Acesso em: 21 maio 2024.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico.** 6. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

CENTREFORPUBLICIMPACT. **The Metrocable: transport by urban cable car in Medellín.** Disponível em: <https://www.centreforpublicimpact.org/case-study/urban-cable-car-medellin-colombia>. Acesso em: 20 maio 2024.

CERVERO, R. et al. **Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá.** International Journal of Sustainable Transportation, London, v. 3, n. 4, p. 203–226, jun. 2009.

CONNECTIVE CITIES. **Metrocâbio de Medellín: mobilidade como fator fundamental do desenvolvimento urbano integrado e inclusivo.** Disponível em: <https://www.connective-cities.net/en/projects>. Acesso em: 20 maio 2024.

COPENHAGENMAP360. **Mapa da bicicleta de Copenhaga: ciclovias e ciclovias de Copenhaga.** 2014. Disponível em: <https://pt.copenhagenmap360.com/mapa-de-bicicleta-de-copenhaga>. Acesso em: 26 jun. 2024.



CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Programas da Prefeitura ajudam Curitiba a ficar próxima de alcançar a meta Lixo Zero.** Curitiba, 2024a. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2024.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Referência em separação de resíduos no Brasil, Curitiba comemora o Dia Mundial da Reciclagem.** Curitiba, 2024b. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2024.

ECHEVERRI, A.; ORSINI, F. **Informalidad y urbanismo social en Medellín.** 2011.

FREUDENDAL-PEDERSEN, M. **Sustainable urban futures from transportation and planning to networked urban mobilities.** Transportation Research Part D: Transport and Environment, Oxford, v. 82, p. 102310, maio 2020.

GHISELLINI, P.; CIALANI, C.; ULGIATI, S. **A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems.** Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 114, p. 11–32, fev. 2016.

GOODMAN, J.; LAUBE, M.; SCHWENK, J. **Curitiba's Bus System is Model for Rapid Transit.** [S.I.: s.n.], 2006.

GÖSSLING, S. **Urban transport transitions: Copenhagen, City of Cyclists.** Journal of Transport Geography, Amsterdam, v. 33, p. 196–206, dez. 2013.

HAARSTAD, H. **Constructing the sustainable city: examining the role of sustainability in the 'smart city' discourse.** Journal of Environmental Policy & Planning, London, v. 19, n. 4, p. 423–437, jul. 2017.

HOLLWECK, T. Robert K. Yin. (2014). **Case Study Research Design and Methods (5th ed.).** Canadian Journal of Program Evaluation, Montreal, v. 30, n. 1, p. 108–110, mar. 2015.

IPPUC. **Mapa ciclovía município de Curitiba - PR.** Curitiba, 2024.

LINDAU, L.; HIDALGO, D.; FACCHINI, D. **Curitiba, the Cradle of Bus Rapid Transit.** Built Environment, [S.I.], v. 36, out. 2010.

MOURA, R. et al. **Censo 2022: crescimento periférico, expansão da metrópole e diversidade na Região Metropolitana de Curitiba.** Observatório das Metrópoles, 28 set. 2023. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetropoles.net.br>. Acesso em: 20 maio 2024.

MOVACTIVA. **Barcelona - Espacios Verdes Urbanos.** 2023. Disponível em: <https://www.movactiva.es/barcelona/barcelona-%C2%B7-verde-urbano/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

MUELLER, N. et al. **Socioeconomic inequalities in urban and transport planning related exposures and mortality: A health impact assessment study for Bradford, UK.** Environment International, Oxford, v. 121, p. 931–941, dez. 2018.

OGRYZEK, M.; ADAMSKA-KMIEĆ, D.; KLIMACH, A. **Sustainable Transport: An Efficient Transportation Network Case Study.** Sustainability, Basel, v. 12, n. 19, p. 8274, jan. 2020.



REIGOTA, M. **O que é educação ambiental.** 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2017.

SOVACOOL, B. K. et al. **The whole systems energy injustice of four European low-carbon transitions.** Global Environmental Change, Oxford, v. 58, p. 101958, set. 2019.

WINTER DE CARVALHO, D.; DE SOUZA BARBOSA, K. **Transgerational Financing of Green Forest Infrastructure.** Brazilian Journal of Public Policy, Brasília, v. 9, p. 390, 2019.

YUSTY, C. E. O. **Primer mapa de corredores verdes de Medellín.** 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co>. Acesso em: 26 jun. 2024.

Recebido em: 12/12/2025

Aceito em: 27/01/2026

Publicado em: 06/02/2026

Total de Avaliadores: 02