

Erick Viana da Silva
Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas

Cidades Inteligentes e Sustentáveis

ideias para uma nova
mobilidade urbana



Cidades Inteligentes e Sustentáveis

ideias para uma nova
mobilidade urbana

Copyright © 2025 Editora IIDV

Cidades Inteligentes e Sustentáveis: ideias para uma nova mobilidade

urbana © Erick Viana da Silva e Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas, 2025

Autores

Erick Viana da Silva

Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas

Editoração e diagramação

Mariana Almeida Ferreira Lima

Revisão

Marina de Lima Coutinho da Silva

Mariana Almeida Ferreira Lima

ISBN

978-65-88970-60-7

DOI

doi.org/10.31692/978-65-88970-60-7

Editora

Instituto Internacional Despertando Vocações

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) **(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Silva, Erick Viana da

Cidades inteligentes e sustentáveis [livro eletrônico]: ideias para uma nova mobilidade urbana / Erick Viana da Silva, Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas. -- Recife, PE: Instituto Internacional Despertando Vocações, 2025.

PDF

Bibliografia

ISBN 978-65-88970-60-7

DOI: doi.org/10.31692/978-65-88970-60-7

1. Arquitetura 2. Infraestrutura urbana
3. Mobilidade urbana 4. Planejamento urbano 5.
Projeto arquitetônico 6. Urbanismo I. Dantas, Renata
Cristine de Sá Pedrosa. II. Título.

25-307207.0

CDD-729

Índices para catálogo sistemático:

1. Projetos arquitetônicos 729

Livia Dias Vaz - Bibliotecária - CRB-8/9638

Todos os direitos reservados à Editora IIDV.

Erick Viana da Silva
Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas

Cidades Inteligentes e Sustentáveis

ideias para uma nova
mobilidade urbana

Apresentação

En un mundo donde más de la mitad de la población vive en entornos urbanos, surge una pregunta fundamental: ¿cómo podemos transformar nuestras ciudades en espacios verdaderamente inteligentes que pongan a las personas en el centro?

Las ciudades del siglo XXI enfrentan una transformación sin precedentes. La convergencia entre tecnología, creatividad y sostenibilidad abre un horizonte donde la innovación urbana no solo busca eficiencia, sino también mejorar la calidad de vida de las personas.

Este libro propone un recorrido riguroso y accesible para comprender ese cambio donde sus autores, Erick Viana da Silva y Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas, aportan una perspectiva singular respaldada en sus sólidas trayectorias académicas y profesionales. En sus páginas, el lector descubrirá cómo la convergencia entre tecnología digital, creatividad humana y sostenibilidad ambiental están redefiniendo el futuro urbano.

Más allá de los tecnicismos, este libro devela las dimensiones humanas de la transformación urbana, analizando tanto los éxitos como los desafíos que enfrentan las metrópolis del siglo XXI. Con casos de estudio reales y recomendaciones prácticas, constituye una guía esencial para académicos, tomadores de decisiones, emprendedores y ciudadanos comprometidos con la construcción de urbes más habitables, inclusivas e innovadoras.

Una lectura imprescindible para quienes aspiran a liderar el cambio urbano del mañana.

Daniela Carbonari

Professora da Faculdade Regional Mendoza - UTN e
cofundadora do Programa Internacional Despertando Vocações

Prefácio

Vivemos um momento histórico em que as cidades se tornaram protagonistas de um processo de transformação global. Mais da metade da população mundial já reside em áreas urbanas, e essa proporção tende a crescer nas próximas décadas. Nesse cenário, emerge o conceito de *cidades inteligentes* como resposta aos desafios sociais, ambientais, econômicos e tecnológicos que se impõem diariamente aos gestores públicos, aos planejadores urbanos e à própria cidadania.

Este livro nasce da necessidade de compreender e sistematizar um tema que, embora recente, já molda a forma como pensamos o futuro da vida urbana. A obra organiza-se em quatro partes, conduzindo o leitor por um percurso que vai dos fundamentos conceituais às perspectivas práticas e aos desafios contemporâneos.

Na Parte I, são apresentados os fundamentos das cidades inteligentes, contextualizando seu surgimento, evolução histórica e a articulação com ideais de sustentabilidade. Esse resgate é essencial para perceber que, mais do que um modismo tecnológico, trata-se de um campo em constante construção, que integra saberes diversos.

A Parte II mergulha nas múltiplas dimensões que compõem a noção de cidades inteligentes: ambiental, urbana, infraestrutural, socioeconômica, tecnológica e cultural. Cada dimensão é explorada em profundidade, destacando como os diferentes eixos se inter-relacionam para formar um ecossistema urbano mais inclusivo, resiliente e inovador.

A Parte III reúne abordagens práticas e críticas sobre a construção das cidades inteligentes, com ênfase na cooperação multidisciplinar e nos desafios éticos, financeiros, políticos e sociais que acompanham esse processo. É aqui que se evidenciam as tensões e contradições que, inevitavelmente, permeiam a implementação de soluções inovadoras em contextos urbanos complexos.

Por fim, a Parte IV oferece considerações finais e recomendações que não apenas resumem os principais aprendizados, mas também abrem caminhos para futuras pesquisas, práticas de gestão e políticas públicas.

Este livro se dirige a acadêmicos, gestores, formuladores de políticas, empreendedores e cidadãos interessados em compreender como a tecnologia, a criatividade e a sustentabilidade podem convergir na construção de cidades mais humanas e inteligentes. Ao longo das páginas, não se oferece uma visão única ou definitiva, mas sim um convite ao diálogo crítico e à construção coletiva de alternativas para os desafios do século XXI.

Que esta obra possa inspirar reflexões, debates e, sobretudo, ações concretas em prol de cidades mais justas, inclusivas e inovadoras.

Setembro de 2025,

Dr. Erick Viana da Silva

Dr.^a Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas

Sumário

Parte I - Fundamentos das cidades inteligentes

13 1. Introdução

13 1.1. O conceito de cidades inteligentes no século XXI

15 1.2 Origens e evolução do conceito

21 2. Cidades inteligentes e cidades sustentáveis: conexões e diferenças

21 2.1. Conexões entre cidades inteligentes e sustentáveis

22 2.2 Diferenças fundamentais

Parte II - Dimensões das cidades inteligentes

24 3. Dimensão ambiental

24 3.1. Gestão sustentável de recursos naturais

41 4. Dimensão urbana

41 4.1. Planejamento urbano inteligente e integrado

44 4.2. Mobilidade sustentável e acessibilidade urbana

48 4.3. Cidades dos 15 minutos e a experiência de Paris

50 4.4. Melbourne, Austrália: os “*20-Minute neighborhoods*”

50 4.5 Copenhague, Dinamarca: a cidade para ciclistas

51 4.6. Barcelona, Espanha: superquadras (*Superblocks*)

51 4.7. Bogotá, Colômbia: corredores para ciclistas e transporte público

51 4.8. Portland, Estados Unidos: o planejamento urbano baseado em bairros

56 5. Dimensão infraestrutural e tecnológica

56 5.1. Infraestrutura física

56 5.2. Infraestrutura digital

57	5.3. Integração físico-digital
57	5.4. Financiamento e implementação
58	5.5. Inclusão digital e social
58	5.6. Resiliência e sustentabilidade
60	5.7. <i>Smart grids</i> e redes inteligentes
61	5.8. Coleta e transmissão de dados
62	5.9. Análise de dados e tomada de decisão
63	5.10. Distribuição inteligente
64	5.11. Integração com consumidores
66	6. Dimensão socioeconômica
66	6.1. Desenvolvimento econômico sustentável
67	6.2. Dimensão cultural: diversidade e identidade urbana
67	6.3. Exemplos de cidades que integram dimensões socioeconômicas e culturais
68	6.4. Inclusão social e redução de desigualdades
69	6.5. Economia criativa e desenvolvimento inovador
70	6.6. A cidade como espaço para o empreendedorismo
72	7. Dimensão tecnológica
73	7.1. <i>Big data</i> e Inteligência Artificial em serviços urbanos
75	7.2. Segurança cibernética e privacidade
78	8. Dimensão cultural
78	8.1. O caso do Cais José Estelita em Recife: patrimônio cultural e conflitos urbanos
81	8.2. Cultura e criatividade como motor de inovação urbana

Parte III - Mobilidade compartilhada e cidades inteligentes

82	9. Lições globais e o caso da Região Metropolitana do Recife
82	9.1. Cidades, mobilidade e desafios contemporâneos
84	9.2. Mobilidade compartilhada no contexto das cidades inteligentes
	9.2.1 Mobilidade sustentável
	9.2.2. Cidades inteligentes e mobilidade
	9.2.3. Mobilidade compartilhada

	9.2.4. Dimensões da mobilidade compartilhada
	9.2.5. Síntese conceitual
87	9.3. Lições globais de mobilidade compartilhada
	9.3.1. Paris, o caso <i>Velib</i>
	9.3.2. Nova York, <i>CitiBike</i>
	9.3.3. Buenos Aires, Ecobici
	9.3.4. Síntese comparativa
	9.3.5. Lições internacionais
91	9.4. A experiência da Região Metropolitana do Recife
	9.4.1. O sistema Bike PE
	9.4.2. <i>Carsharing</i> , o piloto Porto Leve
	9.4.3. Patinetes e micromobilidade elétrica
	9.4.4. <i>Scooters</i> elétricas por assinatura
	9.4.5. Infraestrutura ciclovária
	9.4.6. Síntese operacional da RMR
95	9.5. Mobilidade compartilhada como estratégia de cidade inteligente

Parte IV - Síntese e considerações finais

98 10. Considerações finais

101 Referências

Parte I

Fundamentos das cidades inteligentes

1. Introdução

1.1. O conceito de cidades inteligentes no século XXI

O conceito de cidades inteligentes surgiu no final do século XX, no contexto da crescente urbanização global, avanços tecnológicos e preocupações ambientais. Ele está associado à ideia de integrar tecnologia à gestão urbana para melhorar a qualidade de vida e promover a sustentabilidade.

O conceito de cidades inteligentes possui um histórico evolutivo que reflete as transformações tecnológicas e sociais das últimas décadas. Nas décadas de 1970 e 1980, observou-se o início do uso de tecnologias da informação (TI) na gestão urbana, com foco específico em soluções para o trânsito e para a infraestrutura urbana. Esse período marcou o ponto de partida para a incorporação de ferramentas tecnológicas no planejamento e operação de cidades. Na década de 1990, a popularização da internet e de ferramentas de *big data* ampliou significativamente as possibilidades de conexão e gestão em tempo real, introduzindo uma visão mais integrada e eficiente para as cidades.

A partir dos anos 2000, o conceito de *smart cities* foi formalizado pela IBM, destacando a interconectividade entre os diversos sistemas urbanos como um elemento central. Esse período consolidou a ideia de que o uso coordenado de tecnologia poderia melhorar a qualidade de vida nas cidades. Na década de 2010 em diante, o debate foi ampliado para incluir aspectos sociais, culturais e sustentáveis.

Assim, as cidades inteligentes passaram a ser vistas não apenas como um conjunto de avanços tecnológicos, mas como espaços que integram equidade social e bem-estar ao planejamento urbano. Essa evolução reflete uma transição de uma abordagem puramente tecnológica para uma perspectiva multidimensional que considera elementos sociais, ambientais e culturais.

Autores internacionais e nacionais têm contribuído significativamente para o estudo e a aplicação do conceito de cidades inteligentes. No cenário internacional, Anthony Townsend, em sua obra *smart cities: big data, civic hackers, and the quest for a new utopia* (2013), analisa como o *big data* e a participação cidadã podem transformar a gestão urbana, enfatizando o papel das comunidades no design de soluções inteligentes. Ratti (2016), em *The city of tomorrow: sensors, networks, hackers, and the future of urban life*, destaca o uso de sensores e redes para criar cidades interativas e sustentáveis, conectando tecnologias às necessidades humanas. Kitchin (2014), por sua vez, aborda o impacto do *big data* na governança urbana, questionando os desafios éticos e de privacidade. Edward Glaeser, em *Triumph of the city* (2011), explora como a urbanização pode ser uma ferramenta para promover inovação e sustentabilidade, embora sua abordagem não seja exclusivamente sobre cidades inteligentes.

No Brasil, Souza e Villa (2019) discutem como as políticas públicas podem integrar tecnologia e inclusão social, especialmente em realidades locais. Eugênio Pacelli Medeiros, em *Mobilidade urbana e cidades inteligentes no Brasil* (2021), analisa soluções tecnológicas aplicadas à mobilidade em cidades como São Paulo e Curitiba enquanto Zuffo (2018), enfatiza a necessidade de infraestruturas digitais integradas, abordando a desigualdade de acesso à tecnologia. Kellen Lazzaretti, pesquisadora da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), tem contribuído significativamente para o debate sobre cidades inteligentes no Brasil. Seus estudos exploram as redes de pesquisadores brasileiros e as principais contribuições nacionais sobre o tema. Simone Sehnem, também afiliada à Unoesc, colabora com Lazzaretti em pesquisas que analisam a produção científica brasileira relacionada a cidades inteligentes, oferecendo *insights* valiosos para o desenvolvimento urbano sustentável.

Fernando Fantoni Bencke, outro pesquisador da Unoesc, participa

de estudos que investigam as redes de relacionamento entre pesquisadores brasileiros no campo das cidades inteligentes, contribuindo para a compreensão das dinâmicas de pesquisa no país.

Luísa Paseto, pesquisadora de pós-doutorado no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP), representa o Brasil no grupo técnico SG20/Q7 da União Internacional de Telecomunicações (ITU). Ela é uma das responsáveis por adaptar modelos internacionais para a plataforma digital inteligente do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que avalia o nível de maturidade dos municípios brasileiros em relação a cidades inteligentes e sustentáveis.

As perspectivas teóricas sobre cidades inteligentes variam entre três principais abordagens. A visão tecnocêntrica, representada por autores como Carlo Ratti, enfoca o uso de tecnologias avançadas, como IoT, inteligência artificial e *Big Data*, para otimizar os serviços urbanos. A perspectiva social-inclusiva, representada por Anthony Townsend, enfatiza a participação cidadã e a inclusão como elementos fundamentais para as cidades inteligentes. Por fim, a abordagem crítica e ética, abordada por Rob Kitchin, questiona os desafios éticos, sociais e de governança que emergem do uso intensivo de tecnologia nas cidades.

Essas diferentes abordagens demonstram a complexidade e a multidimensionalidade do conceito de cidades inteligentes, destacando a necessidade de uma visão interdisciplinar e adaptada aos contextos locais para seu desenvolvimento eficaz.

1.2. Origens e evolução do conceito

As cidades inteligentes são caracterizadas pela aplicação de tecnologias avançadas para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, promover a sustentabilidade e otimizar a gestão dos recursos urbanos. Essas características essenciais são, com frequência, debatidas na literatura, com autores que defendem essa perspectiva e outros que apresentam críticas à abordagem. Uma das principais características das cidades inteligentes é a integração de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em diversas áreas da gestão urbana, como transporte, energia, saúde, educação e segurança.

Segundo Townsend (2013), o uso de *Big Data*, inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT) permite uma gestão em tempo real dos sistemas urbanos, oferecendo soluções mais eficientes e adaptáveis aos desafios da urbanização. Para Ratti (2016), as cidades inteligentes criam ecossistemas digitais que conectam infraestrutura, governo e cidadãos, proporcionando um ambiente mais responsivo e interativo. Por outro lado, autores críticos, como Kitchin (2014), argumentam que essa dependência tecnológica pode gerar problemas relacionados à privacidade, exclusão digital e governança. Ele destaca que, embora a tecnologia possa melhorar a eficiência, também pode criar um sistema de vigilância massiva e concentrar poder nas mãos de grandes corporações que controlam os dados urbanos.

Outro aspecto essencial é o compromisso com a sustentabilidade. Cidades inteligentes buscam reduzir o impacto ambiental por meio de práticas como a gestão eficiente de recursos naturais, a promoção de energia renovável e o planejamento urbano sustentável. Carvalho e Ferreira (2020) afirmam que essas iniciativas são fundamentais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e criar cidades mais resilientes. A implementação de tecnologias verdes, como redes inteligentes de energia (*smart grids*), é um exemplo de como a inovação pode ser usada para alcançar objetivos ambientais. Contudo, críticos como Graham e Marvin (2001) alertam que muitas cidades inteligentes priorizam projetos tecnológicos de alto custo que beneficiam apenas uma parcela da população, ignorando questões estruturais que afetam comunidades vulneráveis. Essa abordagem pode perpetuar desigualdades em vez de promover uma sustentabilidade inclusiva.

A participação ativa dos cidadãos no planejamento e na gestão das cidades é outra característica essencial. Segundo Townsend (2013), cidades inteligentes devem empoderar os cidadãos, permitindo que participem do design de soluções urbanas por meio de ferramentas digitais e iniciativas de governança colaborativa. Essa característica reflete uma visão democrática e inclusiva, na qual a tecnologia é usada para conectar os cidadãos ao governo e às políticas públicas. Apesar disso, críticos como Kitchin (2014) argumentam que a participação cidadã em cidades inteligentes muitas vezes é limitada, sendo mais simbólica do que efetiva. Ele aponta que as plataformas digitais podem ser inacessíveis

para populações que enfrentam exclusão digital, reforçando desigualdades sociais e limitando a efetividade dessa característica.

A mobilidade urbana é um dos pilares das cidades inteligentes. Sistemas integrados de transporte, como transporte público eficiente, veículos autônomos e bicicletas compartilhadas, são projetados para reduzir congestionamentos e emissões de carbono. Medeiros (2021) ressalta que a integração de tecnologias em sistemas de transporte pode melhorar significativamente a mobilidade urbana, aumentando a acessibilidade e a conectividade. Entretanto, críticos como Zuffo (2018) apontam que a dependência de tecnologia em infraestrutura pode ser problemática em países em desenvolvimento, onde há limitações econômicas e desigualdade no acesso a essas inovações. Para ele, o foco excessivo em tecnologias avançadas pode desviar a atenção de soluções mais acessíveis e necessárias para o contexto local.

Cidades inteligentes também são projetadas para promover uma governança eficiente e transparente. Segundo Ratti (2016), ferramentas de tecnologia podem melhorar a comunicação entre governo e cidadãos, simplificando processos burocráticos e tornando a administração mais responsiva. Essa característica é vista como um avanço em direção a modelos de governança mais inclusivos e participativos. Ainda assim, críticos argumentam que a governança das cidades inteligentes pode ser centralizada em grandes corporações de tecnologia, levantando preocupações sobre a privatização de serviços públicos e a falta de *accountability*. Graham e Marvin (2001) destacam que a governança eficiente não deve ser medida apenas pela eficiência tecnológica, mas também pela capacidade de atender às necessidades de toda a população.

Nesse modelo urbano, destacam-se características como tecnologia, sustentabilidade, participação cidadã, mobilidade e governança eficiente, prometendo melhorar a vida urbana e enfrentar os desafios do século XXI. No entanto, as críticas levantadas por autores como Kitchin (2014), Graham e Marvin (2001) revelam que esses benefícios nem sempre são equitativamente distribuídos, especialmente em contextos de desigualdade social e econômica. Assim, para que sejam verdadeiramente inclusivas e sustentáveis, é necessário um equilíbrio entre a adoção de tecnologia e a consideração dos fatores sociais e éticos que moldam as realidades urbanas.

É importante salientar os alinhamentos entre cidades inteligentes e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). A ligação entre os ODS da ONU e o conceito de cidades inteligentes e sustentáveis é forte e multifacetada, pois ambos compartilham o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável, equitativo e resiliente nas áreas urbanas. As cidades inteligentes utilizam tecnologias digitais e inovadoras para melhorar a eficiência dos serviços, a qualidade de vida dos cidadãos e a sustentabilidade ambiental, alinhando-se diretamente a vários ODS, como elencamos abaixo:

ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis

Esse é o ODS mais diretamente relacionado ao conceito de cidades inteligentes e sustentáveis, pois busca proporcionar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Soluções como transporte público inteligente, planejamento urbano baseado em dados e monitoramento ambiental contribuem diretamente para alcançar as metas deste ODS.

ODS 7 – Energia acessível e limpa

Cidades inteligentes promovem o uso de energias renováveis e a eficiência energética por meio de redes elétricas inteligentes (*smart grids*) e tecnologias como iluminação pública eficiente.

ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima

O monitoramento ambiental, a otimização de recursos e a redução de emissões de carbono são pilares das cidades inteligentes e se alinham com os esforços para mitigar as mudanças climáticas.

ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura

A infraestrutura tecnológica de cidades inteligentes, como sensores IoT, plataformas de dados e redes de comunicação avançadas, está diretamente vinculada ao desenvolvimento de infraestrutura resiliente e sustentável.

ODS 3 – Saúde e bem-estar

Soluções tecnológicas em saúde urbana, como monitoramento em tempo real da qualidade do ar, sistemas inteligentes de gestão de resíduos e telemedicina contribuem para melhorar a saúde dos cidadãos.

ODS 6 – Água potável e saneamento

Cidades inteligentes utilizam tecnologias para monitorar o uso da água, detectar vazamentos e gerenciar redes de saneamento de forma eficiente.

ODS 4 – Educação de qualidade

Tecnologias em cidades inteligentes podem melhorar o acesso à educação por meio de ferramentas digitais e infraestruturas conectadas, promovendo a inclusão.

ODS 12 – Consumo e produção responsáveis

O uso de tecnologias para rastrear e otimizar cadeias de suprimentos e a gestão eficiente de resíduos são aspectos fundamentais das cidades inteligentes.

ODS 16 – Paz, justiça e instituições eficazes

As cidades inteligentes podem promover a transparência e a participação cidadã, utilizando plataformas digitais para engajar os cidadãos e melhorar a governança.

As cidades inteligentes contribuem diretamente para o alcance dos ODS ao adotar um planejamento urbano orientado por dados, utilizando informações em tempo real para embasar decisões que melhoram a qualidade de vida dos cidadãos e aumentam a eficiência dos serviços públicos. Essas iniciativas têm como pilares a redução de desperdícios, a transição para fontes de energia renovável e a adoção de tecnologias voltadas para a economia de recursos. Além disso, plataformas digitais ampliam a inclusão social, garantindo que comunidades historicamente marginalizadas tenham acesso a serviços básicos e novas oportunidades. No campo da resiliência urbana, o monitoramento contínuo e a gestão de riscos fortalecem a capacidade das cidades de se adaptar a desastres naturais e aos impactos das mudanças climáticas.

Por outro lado, a desigualdade no acesso à tecnologia precisa fazer com que as cidades inteligentes possam garantir que os benefícios das tecnologias sejam distribuídos de forma equitativa. A privacidade e segurança de dados com o uso intensivo deles em cidades inteligentes levanta preocupações éticas relacionadas à

privacidade e à segurança. A sustentabilidade econômica precisa se preocupar com a implementação de tecnologias inteligentes, inicialmente custosas e que podem exigir parcerias público-privadas bem estruturadas. Cidades inteligentes podem integrar vários aspectos dos ODS em um único sistema coeso com governança colaborativa, plataformas digitais podem facilitar a participação cidadã e a governança transparente; e o desenvolvimento econômico sustentável com infraestruturas inteligentes, que têm o potencial de impulsionar a inovação e criar oportunidades econômicas.

Cidades como Copenhague, Barcelona e Singapura lideram exemplos de como iniciativas de cidades inteligentes podem ser alinhadas com os ODS, como por exemplo Copenhague, que implementou soluções de transporte sustentável e redes de energia inteligente, alinhadas com os ODS 7, 11 e 13. Barcelona utiliza sensores IoT para gerenciar o uso de água e energia, promovendo os ODS 6 e 12. Singapura desenvolveu plataformas digitais para monitorar a qualidade do ar e implementar políticas climáticas alinhadas ao ODS 13. Recife, capital de Pernambuco, tem se destacado por diversas iniciativas que promovem o desenvolvimento de uma cidade inteligente e sustentável. Em 2020, a cidade foi reconhecida como uma das 88 cidades globais a integrar a Lista A do *Carbon Disclosure Program* (CDP), um programa que reconhece esforços para reduzir emissões e mitigar mudanças climáticas. Além disso, Recife lidera o ranking de cidades inteligentes e conectadas do Norte e Nordeste, ocupando a 15ª posição nacional no *Ranking Connected Smart Cities*.

O Porto Digital, localizado no Recife, é um dos principais ambientes de inovação do país, reunindo iniciativas tecnológicas voltadas para a sustentabilidade urbana. Projetos como o *Smartlet*, um espaço de convivência que alia tecnologia e sustentabilidade, são exemplos de soluções para promover cidades mais sustentáveis. Em 2024, Recife conquistou o primeiro lugar no ANCITI AWARDS pelo terceiro ano consecutivo, prêmio que reconhece as cidades brasileiras que se destacam em inteligência, tecnologia e inovação. A cidade também foi premiada por desenvolver iniciativas tecnológicas e inovadoras, recebendo o Selo Diamante de Boas Práticas em cidades inteligentes, concedido pela *Plataforma Connected Smart Cities*. Integrar o conceito de cidades inteligentes aos ODS requer uma abordagem holística que considere os desafios urbanos locais, promovendo inovação com foco na sustentabilidade e no bem-estar humano.

2. Cidades inteligentes e cidades sustentáveis: conexões e diferenças

As cidades inteligentes e as cidades sustentáveis são conceitos inter-relacionados, mas possuem diferenças fundamentais em suas abordagens e objetivos. Enquanto as cidades inteligentes são focadas na aplicação de tecnologias para otimizar a gestão urbana e melhorar a qualidade de vida, as cidades sustentáveis estão centradas na preservação ambiental, equidade social e uso responsável dos recursos naturais. Ambos os modelos compartilham interseções importantes, mas operam a partir de premissas distintas que, em alguns casos, podem gerar tensões e complementaridades.

2.1. Conexões entre cidades inteligentes e sustentáveis

A principal conexão entre os dois conceitos está na busca por soluções que tornem as cidades mais habitáveis, resilientes e adaptáveis aos desafios contemporâneos. Tanto as cidades inteligentes quanto as sustentáveis têm como objetivo melhorar a qualidade de vida dos habitantes e atender às demandas crescentes por infraestrutura, mobilidade, habitação e serviços básicos. Essa convergência pode ser observada em áreas como:

a) Gestão de recursos naturais: tecnologias utilizadas em cidades inteligentes, como sensores para monitoramento de água e energia, são ferramentas valiosas em cidades sustentáveis para garantir o uso eficiente de recursos naturais (Ratti, 2016). Redes inteligentes de energia (*smart grids*), por exemplo, permitem a integração de fontes renováveis, reduzindo emissões de carbono e otimizando o consumo de energia;

b) Mobilidade urbana: as duas abordagens promovem soluções para problemas de trânsito e transporte. Em cidades inteligentes, sistemas baseados em *big data* ajudam a planejar rotas e gerenciar o tráfego em tempo real, enquanto nas cidades sustentáveis, há maior ênfase em modos de transporte não motorizados, como bicicletas e caminhadas, além do transporte público de baixo impacto ambiental (Medeiros, 2021); e

c) Planejamento urbano integrado: ambas compartilham a necessidade de um planejamento urbano que considere o uso eficiente do espaço, infraestrutura resiliente e integração entre áreas urbanas e ambientais. Cidades sustentáveis priorizam o equilíbrio ecológico, enquanto cidades inteligentes utilizam tecnologias para facilitar o desenvolvimento integrado.

2.2. Diferenças fundamentais

Apesar dessas conexões, há diferenças marcantes nas premissas e abordagens que distinguem cidades inteligentes de cidades sustentáveis. Uma das principais distinções é a ênfase tecnológica *versus* ambiental. Foco nas tecnologias *versus* preservação ambiental: as cidades inteligentes concentram-se na aplicação de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para otimizar a gestão urbana. Segundo Townsend (2013), a tecnologia é vista como a solução principal para problemas urbanos, como eficiência energética e gestão de tráfego. Já as cidades sustentáveis enfatizam a necessidade de reduzir impactos ambientais e preservar os ecossistemas, colocando a sustentabilidade no centro do planejamento urbano (Carvalho; Ferreira, 2020).

Visão de desenvolvimento: cidades inteligentes frequentemente buscam o crescimento econômico por meio da inovação tecnológica, atraindo empresas e investimentos. Em contraste, cidades sustentáveis priorizam a justiça social e a equidade, garantindo que o desenvolvimento seja inclusivo e beneficie todas as camadas da sociedade (Graham; Marvin, 2001).

Risco de exclusão *versus* inclusividade ambiental: um dos pontos críticos das cidades inteligentes é o risco de exclusão digital. A dependência de tecnologia pode marginalizar populações que não

têm acesso a dispositivos ou habilidades digitais (Kitchin, 2014). Já as cidades sustentáveis tendem a ser mais inclusivas ao buscar soluções acessíveis e comunitárias, como hortas urbanas e programas de educação ambiental.

Essas diferenças podem gerar tensões, especialmente em contextos em que as prioridades tecnológicas não estão alinhadas com os objetivos de sustentabilidade. Por exemplo, projetos de cidades inteligentes que dependem de grandes investimentos em infraestrutura digital podem negligenciar populações vulneráveis ou agravar desigualdades sociais. Graham e Marvin (2001) destacam que a implementação de soluções tecnológicas sem considerar os contextos locais pode criar ilhas de inovação que beneficiam apenas uma parcela da população.

Além disso, a dependência de tecnologias avançadas pode gerar um impacto ambiental significativo, especialmente relacionado à produção e descarte de equipamentos eletrônicos. Essa contradição ressalta a necessidade de alinhar estratégias inteligentes com princípios sustentáveis para evitar que os avanços tecnológicos se tornem insustentáveis a longo prazo (Carvalho; Ferreira, 2020).

Apesar das diferenças, cidades inteligentes e sustentáveis não precisam ser mutuamente exclusivas. Uma integração estratégica dos dois conceitos pode maximizar os benefícios de ambas as abordagens. Isso requer um planejamento que equilibre tecnologia com sustentabilidade, priorizando tanto a eficiência operacional quanto o bem-estar ambiental e social. Para Ratti (2016), as cidades do futuro precisam ser projetadas como ecossistemas urbanos que utilizam tecnologia para promover a sustentabilidade e a inclusão, alinhando inovações digitais com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

As cidades inteligentes e sustentáveis compartilham o objetivo comum de melhorar a vida urbana, mas divergem em suas abordagens e prioridades. Enquanto as cidades inteligentes são impulsionadas por tecnologias inovadoras, as cidades sustentáveis colocam a preservação ambiental e a justiça social no centro de suas ações. Para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos, é essencial combinar o melhor de ambos os modelos, criando cidades que sejam simultaneamente inteligentes, inclusivas e ecologicamente responsáveis.

Parte II

Dimensões das cidades inteligentes

3. Dimensão ambiental

A dimensão ambiental em cidades inteligentes é essencial para criar espaços urbanos resilientes, saudáveis e sustentáveis. Ela integra tecnologias avançadas com uma visão ecológica, buscando não apenas reduzir impactos negativos, mas também regenerar os ecossistemas urbanos. O sucesso dessa dimensão depende de esforços colaborativos entre governos, empresas e cidadãos, sempre com foco em soluções que equilibrem o progresso urbano com o respeito ao meio ambiente.

3.1. Gestão sustentável de recursos naturais

Herman Daly é reconhecido como um dos pioneiros mais influentes no campo da economia ecológica. Sua obra, centrada em princípios de sustentabilidade e limites planetários, oferece uma visão crítica do modelo econômico tradicional e propõe alternativas para um desenvolvimento que respeite os limites ecológicos do planeta. Neste texto, exploraremos suas principais ideias, contribuições e o impacto de seu trabalho na forma como pensamos sobre economia e meio ambiente. Daly nasceu em 1938, nos Estados Unidos, e formou-se em economia pela Rice University antes de obter seu doutorado pela Universidade Vanderbilt. Durante sua formação, Daly foi profundamente influenciado pelas ideias do economista britânico Nicholas Georgescu-Roegen, que introduziu a ideia de que os sistemas econômicos são subsistemas do meio ambiente natural e estão sujeitos às leis da termodinâmica. Essa perspectiva desafiou o pensamento econômico dominante, que muitas vezes

trata o crescimento econômico como ilimitado e desconectado dos limites físicos do planeta. A principal contribuição de Daly à economia ecológica está em sua insistência de que o crescimento econômico infinito é incompatível com um planeta de recursos finitos. Ele argumenta que a economia deve ser vista como um subsistema do ecossistema maior, e não como uma entidade independente. Daly propõe que devemos substituir o conceito de *crescimento econômico* pelo de *desenvolvimento econômico*, focando na melhoria da qualidade de vida e no bem-estar humano, em vez de simplesmente aumentar o consumo material. Um dos conceitos centrais em sua obra é o de *limites planetários*. Daly sustenta que os sistemas naturais têm uma capacidade limitada de fornecer recursos e absorver os impactos da atividade humana, como a poluição e a degradação ambiental. Ele utiliza o conceito de *capacidade de carga* para explicar que, assim como um ecossistema não pode suportar uma população de espécies indefinidamente crescente, a Terra também não pode sustentar uma economia humana que continua a expandir sem restrições.

Uma de suas propostas mais significativas é a *economia de estado estacionário*, um modelo que busca estabilizar o consumo de recursos e a população em níveis sustentáveis. Em um estado estacionário, o foco não está no crescimento do PIB, mas na distribuição equitativa dos recursos e na redução de desperdícios. Daly sugere três regras básicas para alcançar esse modelo:

1. **Taxa de uso dos recursos renováveis:** não deve exceder sua taxa de regeneração.
2. **Taxa de uso dos recursos não renováveis:** deve ser igual à taxa na qual substitutos renováveis podem ser desenvolvidos.
3. **Taxa de emissões de poluentes:** não deve exceder a capacidade do ambiente de absorvê-los.

Essas regras formam a base para uma economia que respeita os limites ecológicos e promove a sustentabilidade a longo prazo. Daly é um crítico ferrenho do crescimento econômico como meta principal das políticas governamentais. Ele argumenta que o crescimento indiscriminado leva à degradação ambiental, à exaustão de recursos e à desigualdade social. Em seu livro *Steady-state economics*

(1977), Daly desafia a noção de que o PIB é um indicador adequado de progresso, sugerindo que ele mede apenas a atividade econômica, mas não leva em conta os custos ambientais e sociais associados ao crescimento.

Ele também critica a falta de consideração do pensamento econômico tradicional pelos princípios da termodinâmica. Segundo Daly, a economia neoclássica falha em reconhecer que toda atividade econômica depende da energia e dos recursos fornecidos pelo meio ambiente e que esses recursos são limitados. Durante sua carreira, Daly não apenas desenvolveu teorias, mas também influenciou a formulação de políticas públicas. Ele trabalhou como economista ambiental no Banco Mundial, onde advogou por práticas de desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. Daly propôs mecanismos como *impostos ecológicos*, que penalizam atividades prejudiciais ao meio ambiente, e *licenças negociáveis de recursos*, que limitam a exploração de recursos naturais.

Uma de suas ideias mais inovadoras foi o lastro monetário (*currency backing*), que sugere que as moedas nacionais sejam lastreadas em recursos naturais em vez de ouro ou PIB. Essa proposta visa alinhar o sistema econômico à realidade dos limites ecológicos.

Herman Daly escreveu extensivamente sobre economia ecológica, com vários livros e artigos que continuam a influenciar debates acadêmicos e políticos. Alguns de seus trabalhos mais notáveis incluem *Steady-state economics* (1977), um marco na economia ecológica, apresentando o conceito de economia de estado estacionário; *For the common good* (1989, coautoria com John Cobb), no qual explora a necessidade de uma economia orientada pelo bem comum, em vez de objetivos puramente financeiros; e *Ecological economics: principles and applications* (2003, coautoria com Joshua Farley), que compreende um manual abrangente sobre princípios de economia ecológica.

O impacto de Daly transcende a academia. Sua obra inspirou movimentos pela sustentabilidade e influenciou organizações como a Rede de Economia Ecológica. Além disso, ele é frequentemente citado em relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e em outras iniciativas globais voltadas para a sustentabilidade.

Embora tenha recebido elogios, suas ideias também enfrentaram resistência. Críticos argumentam que a transição para uma economia de estado estacionário seria politicamente difícil e poderia limitar o progresso tecnológico. Daly, no entanto, sustenta que o verdadeiro progresso é aquele que melhora a qualidade de vida sem comprometer o futuro do planeta.

Donella Meadows foi uma cientista ambiental, professora e escritora cujas contribuições moldaram significativamente o debate global sobre sustentabilidade e gestão consciente dos recursos naturais. Ela é a principal autora do icônico relatório *Limits to growth* (1972), que apresentou uma visão pioneira sobre os desafios do crescimento econômico em um mundo de recursos finitos. Este texto explora as principais ideias e contribuições de Meadows, analisando seu impacto duradouro e relevância contemporânea. Donella Meadows nasceu em 1941, nos Estados Unidos, e formou-se em química pela Universidade de Carleton. Posteriormente, obteve seu doutorado em biofísica pela Universidade Harvard. Durante seus estudos, foi profundamente influenciada por sistemas de pensamento que integram disciplinas como ecologia, economia e dinâmica de sistemas. Meadows tornou-se professora na Universidade Dartmouth e dedicou sua vida à pesquisa sobre sistemas complexos, desenvolvimento sustentável e mudança social.

O relatório *Limits to growth* foi publicado em 1972, como resultado de um estudo conduzido pelo Clube de Roma. Utilizando modelagem computacional baseada na dinâmica de sistemas, Meadows e sua equipe analisaram como as interações entre população, recursos naturais, produção industrial, poluição e produção de alimentos poderiam moldar o futuro da humanidade. Os principais cenários explorados no relatório revelaram que, se as tendências de crescimento econômico e exploração de recursos continuassem inalteradas, o colapso ambiental e econômico seria inevitável. Como hipóteses e principais achados do relatório teve-se que muitas variáveis cruciais, como o uso de recursos e a população, estavam crescendo exponencialmente, enquanto os sistemas naturais tinham limites físicos. Foi demonstrado que a Terra possui uma capacidade finita de sustentar a atividade humana e que ultrapassar esses limites levaria a consequências catastróficas. Também, argumentou-se que era necessário reorientar as metas econômicas e sociais

para garantir a sustentabilidade de longo prazo. Essas ideias foram revolucionárias para a época e continuam sendo fundamentais nos debates sobre sustentabilidade e planejamento ambiental.

Embora o relatório tenha sido aclamado, também enfrentou críticas. Alguns economistas acusaram *Limits to growth* de ser alarmista e subestimar o papel da inovação tecnológica na resolução de problemas ambientais. Donella Meadows respondeu a essas críticas enfatizando que o relatório não era uma previsão, mas uma simulação baseada em dados disponíveis, destinada a estimular reflexões e ações para evitar resultados negativos.

Em edições posteriores, como *Beyond the limits* (1992) e *Limits to growth: the 30-year update* (2004), Meadows e seus coautores revisitaram os modelos originais com dados atualizados, reforçando a validade de suas conclusões e destacando a urgência de mudanças sistêmicas.

Uma das maiores contribuições de Meadows foi sua aplicação do pensamento sistêmico para entender e abordar problemas complexos. Ela argumentava que os sistemas são interdependentes e que soluções isoladas frequentemente levam a consequências inesperadas. Em seu livro *Thinking in systems: a primer* (2008), Meadows apresentou princípios fundamentais para analisar e intervir em sistemas complexos, incluindo:

- **Loops de feedback:** compreender como as interações dentro de um sistema podem amplificar ou estabilizar tendências.
- **Pontos de alavancagem:** identificar os lugares mais eficazes para intervir em um sistema.
- **Mudanças paradigmáticas:** reconhecer que as soluções mais duradouras muitas vezes exigem mudanças nos pressupostos fundamentais que guiam o comportamento humano.

Esses princípios não só informaram sua pesquisa, mas também inspiraram inúmeras iniciativas em sustentabilidade, planejamento urbano e políticas públicas.

Meadows era uma defensora incansável da necessidade de equilibrar o desenvolvimento humano com a preservação ambiental.

Em seus escritos, ela argumentava que a sustentabilidade requer uma mudança de valores, priorizando a equidade, a cooperação e o respeito pelos limites ecológicos. Ela também destacava que soluções tecnológicas não eram suficientes para resolver os problemas ambientais, sendo necessário abordar as causas estruturais e comportamentais subjacentes.

Além de sua pesquisa, Meadows esteve envolvida em iniciativas práticas que exemplificavam suas ideias. Ela foi cofundadora do *Sustainability Institute* (agora chamado de *Donella Meadows Institute*), que promove soluções inovadoras para desafios ambientais e sociais. O instituto trabalhou em projetos que variam desde planejamento urbano até a agricultura sustentável. Seu trabalho também influenciou organizações globais, como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que incorporaram princípios de pensamento sistêmico em suas análises e recomendações.

Donella Meadows faleceu em 2001, mas seu legado permanece vivo. Suas ideias continuam a inspirar pesquisadores, políticos e ativistas em todo o mundo. A emergência de crises globais, como as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade, reforça a relevância de suas contribuições.

No contexto contemporâneo, seus princípios estão sendo aplicados em áreas como:

a) Planejamento urbano: cidades estão adotando estratégias baseadas em pensamento sistêmico para reduzir impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida.

b) Transição energética: governos e empresas estão investindo em fontes de energia renováveis para alinhar a produção às limitações ecológicas.

c) Educação: instituições acadêmicas estão incorporando o pensamento sistêmico em seus currículos, formando profissionais preparados para lidar com problemas interconectados.

Por outro lado, Julian Simon foi um economista e professor norte-americano que tem reconhecimento da comunidade científica por suas contribuições no debate sobre recursos naturais e crescimento econômico. Em contraste com muitos de seus contemporâneos,

Simon acreditava que a escassez de recursos não representava um problema insuperável para a humanidade. Ele argumentava que a inovação tecnológica, impulsionada pela criatividade humana, seria capaz de resolver os desafios relacionados à exploração excessiva de recursos. Este texto explora suas principais ideias, obras e o impacto de seu pensamento no debate econômico e ambiental.

Julian Lincoln Simon nasceu em 1932 e formou-se em Psicologia Experimental pela Universidade de Chicago, posteriormente obteve um MBA e um doutorado em economia. Sua formação multidisciplinar influenciou profundamente sua abordagem ao estudo de questões econômicas e ambientais, que frequentemente combinavam perspectivas psicológicas, demográficas e econômicas.

Simon iniciou sua carreira acadêmica em um momento em que o pessimismo ambiental dominava os debates acadêmicos e políticos. Estudos como *Limits to growth* (1972), do Clube de Roma, sugeriam que o crescimento econômico estava inevitavelmente condenado a ultrapassar os limites planetários, resultando em crises globais. Simon, no entanto, discordava radicalmente dessa visão.

Simon rejeitava a ideia de que a escassez de recursos levaria necessariamente a uma crise. Ele argumentava que, na história humana, a escassez tem funcionado como um catalisador para a inovação tecnológica e a eficiência. Para Simon, os recursos naturais não são fixos em termos de utilidade, mas sim determinados pela capacidade humana de descobrir novos usos para eles.

Por exemplo, o petróleo, que é essencial para a economia moderna, era considerado um recurso praticamente sem valor até que a tecnologia permitisse seu uso como combustível. Essa perspectiva levou Simon a afirmar que “o recurso mais importante é o ser humano”, em especial sua capacidade de criar, inovar e solucionar problemas.

Simon sustentava que a inovação tecnológica permitiria à humanidade substituir recursos escassos por alternativas mais abundantes ou eficientes. Ele via o progresso tecnológico como um processo cumulativo e acelerado, capaz de superar qualquer barreira imposta pela escassez de recursos físicos. Essa ideia foi exemplificada por inúmeras descobertas científicas e avanços industriais, que permitiram a substituição de materiais raros por outros mais acessíveis.

Ao contrário de muitos economistas e ambientalistas, Simon não considerava o crescimento populacional um problema. Ele acreditava que uma população maior aumentava a probabilidade de surgirem mentes criativas capazes de gerar soluções inovadoras para desafios globais. Para ele, o crescimento demográfico era um motor de desenvolvimento econômico e avanço tecnológico.

Em seu livro *The ultimate resource* (1981), Simon argumentou que as previsões malthusianas de escassez alimentar e colapso populacional estavam equivocadas, pois não levavam em conta o papel da tecnologia e da criatividade humana em expandir a capacidade produtiva.

Um dos episódios mais famosos da carreira de Julian Simon foi sua aposta com o ecologista Paul Ehrlich, autor do livro *The population bomb* (1970). Ehrlich defendia que o crescimento populacional levaria a uma escassez catastrófica de recursos e ao aumento dos preços das commodities.

Simon, confiante em sua teoria, desafiou Ehrlich a escolher cinco metais cujos preços ele acreditava que aumentariam devido à escassez. Simon apostou que, ao contrário, os preços cairiam. Ao final do período de 10 anos (1980-1990), o preço de todos os metais escolhidos tinham diminuído, demonstrando que avanços tecnológicos e melhorias na eficiência produtiva haviam reduzido os custos. Esse episódio fortaleceu a reputação de Simon como um otimista fundamentado na capacidade humana de superar limitações aparentes.

Em *The ultimate Resource* (1981), nesse livro seminal, Simon expõe sua tese de que o ser humano é o recurso mais valioso. Ele argumenta que a combinação de criatividade, conhecimento e inovação permite que a humanidade resolva problemas relacionados à escassez. Simon critica previsões catastróficas, como as de Malthus, e apresenta evidências de que a qualidade de vida melhorou significativamente ao longo da história, mesmo com o crescimento populacional.

Na obra *Population matters: people, resources, environment, and immigration* (1990), Simon defende que o crescimento populacional e a imigração contribuem positivamente para o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade. Ele desafia narrativas negativas sobre o impacto ambiental da população e argumenta que o foco

deveria estar em incentivar a inovação tecnológica. Simon também publicou diversos artigos acadêmicos e ensaios, explorando temas como economia ambiental, políticas de imigração e o impacto positivo do progresso tecnológico. Suas publicações desafiaram muitas das suposições tradicionais sobre os limites do crescimento econômico.

Julian Simon deixou um impacto duradouro no pensamento econômico e ambiental. Sua abordagem otimista influenciou políticas públicas, especialmente aquelas relacionadas à gestão de recursos e ao crescimento populacional. Ele inspirou economistas, cientistas e formuladores de políticas a considerar soluções baseadas em inovação, em vez de restringir o crescimento. Embora suas ideias tenham sido muito influentes, Simon também enfrentou críticas. Ambientalistas argumentaram que sua confiança na inovação tecnológica ignorava problemas como a perda de biodiversidade, mudanças climáticas e injustiças sociais associadas à exploração de recursos. Para esses críticos, a tecnologia sozinha não seria suficiente para resolver todos os problemas ambientais.

As ideias de Simon continuam relevantes, especialmente em debates sobre energia renovável, agricultura sustentável e soluções tecnológicas para os desafios globais. Sua obra serve como um contraponto valioso a visões mais pessimistas, destacando o potencial humano de superar limitações por meio da criatividade e da inovação. Embora as críticas apontem para a necessidade de integrar preocupações éticas e ecológicas, Simon permanece uma voz influente no debate sobre o futuro do desenvolvimento sustentável.

Hans Joachim Schellnhuber é uma das vozes mais influentes no campo das ciências climáticas e um defensor fervoroso de políticas proativas para a adaptação climática. Reconhecido por suas contribuições acadêmicas e seu impacto na formulação de políticas globais, Schellnhuber desempenhou um papel crucial na integração da ciência climática com decisões políticas e sociais. Neste texto, exploraremos suas principais ideias, contribuições acadêmicas e impacto no enfrentamento da crise climática.

Schellnhuber nasceu em 1950, na Alemanha, e formou-se em física pela Universidade de Regensburg, onde também obteve seu doutorado em Física Teórica. Sua formação acadêmica forneceu-lhe uma

base rigorosa para compreender sistemas complexos, permitindo que ele aplicasse princípios da física e da matemática à dinâmica do sistema terrestre. Ele é conhecido por seu trabalho pioneiro na interseção entre ciência climática e políticas públicas, sendo o fundador e diretor emérito do Instituto de Pesquisa sobre Impacto Climático de Potsdam (PIK).

Hans defende a necessidade de adaptação climática para lidar com os impactos inevitáveis das mudanças climáticas. Ele argumenta que, embora a mitigação seja essencial para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, a adaptação é igualmente crítica para proteger as comunidades vulneráveis. Segundo Schellnhuber, políticas proativas devem ser implementadas para garantir que as sociedades possam responder aos desafios impostos por eventos climáticos extremos, como enchentes, secas e ondas de calor.

Uma das maiores contribuições acadêmicas de Schellnhuber é o conceito de *tipping points* (pontos críticos) no sistema climático. Ele identifica regiões ou fenômenos específicos que, ao ultrapassarem certos limites, podem desencadear mudanças irreversíveis no clima global. Exemplos incluem o colapso da floresta amazônica, o derretimento da camada de gelo da Groenlândia e a desaceleração das correntes oceânicas. Esses pontos críticos não apenas agravam as mudanças climáticas, mas também representam ameaças existenciais para a civilização humana.

Schellnhuber esteve intimamente envolvido em várias cúpulas climáticas, incluindo a Conferência de Paris de 2015, que resultou no Acordo de Paris. Ele desempenhou um papel consultivo ao lado de líderes mundiais, fornecendo uma base científica para metas como limitar o aquecimento global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais. Ele também enfatizou a importância de integrar a ciência climática à formulação de políticas econômicas, argumentando que a transição para economias de baixo carbono é tanto uma necessidade quanto uma oportunidade econômica. Como cientista, Schellnhuber defende uma abordagem sistêmica para entender as interconexões entre o clima, a economia, a sociedade e o meio ambiente. Ele enfatiza que soluções eficazes para a crise climática exigem colaboração interdisciplinar, combinando conhecimento científico, tecnológico, político e social.

Em *Earth system analysis* (1998), apresenta uma abordagem integrada para compreender o sistema terrestre como um todo. Ele argumenta que o planeta deve ser visto como um sistema complexo, onde pequenas alterações podem ter consequências amplas e imprevisíveis. A obra explora como a atividade humana está transformando os ciclos naturais do planeta e destaca a necessidade de limites claros para o uso de recursos. Em 2020, com *Turning point: science, society, and the climate crisis* (1982), discute os desafios e as oportunidades da crise climática, abordando o papel da ciência na formulação de políticas eficazes. Ele enfatiza a necessidade de uma transição rápida e justa para sociedades sustentáveis, argumentando que o momento de agir é agora. Schellnhuber publicou centenas de artigos acadêmicos e relatórios que influenciaram tanto a ciência climática quanto as políticas globais. Seu trabalho com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) ajudou a estabelecer um consenso científico sobre os impactos das mudanças climáticas e as ações necessárias para mitigá-los.

Schellnhuber foi conselheiro de líderes globais, incluindo Angela Merkel, Barack Obama e o Papa Francisco. Ele desempenhou um papel fundamental na redação da encíclica papal *Laudato Si'* (2015), que aborda a responsabilidade moral da humanidade em cuidar do planeta. Sua capacidade de traduzir conceitos científicos complexos em linguagem acessível permitiu que suas ideias alcançassem audiências amplas. Schellnhuber também é um defensor da educação climática, acreditando que a conscientização é essencial para mobilizar a ação coletiva. Ele frequentemente participa de conferências, palestras e programas de mídia para promover o entendimento público sobre a crise climática.

Embora respeitado, Schellnhuber também enfrentou críticas, principalmente de setores que resistem às mudanças necessárias para uma transição climática justa e sustentável. No entanto, ele permanece uma figura central na luta contra as mudanças climáticas, promovendo soluções baseadas na ciência e na cooperação global.

Jan Gehl é um arquiteto e urbanista dinamarquês, com foco no design de cidades centrado nas pessoas. Sua abordagem ambiental não é exclusivamente voltada para as questões ecológicas tradicionais, mas está profundamente conectada a como o planejamento urbano pode promover sustentabilidade ambiental,

social e cultural por meio de espaços mais humanizados. Gehl defende que as cidades devem ser planejadas de forma a priorizar os pedestres, ciclistas e a vida comunitária, reduzindo a dependência de automóveis e promovendo práticas urbanas sustentáveis. Sua perspectiva ambiental se baseia em princípios que conectam design urbano, qualidade de vida e impacto ambiental.

Gehl propõe *cidades para as pessoas, não para os carros*; critica o urbanismo modernista que priorizou automóveis em detrimento dos espaços públicos e das interações humanas; defende o redesenho de cidades para favorecer o transporte ativo (caminhadas e ciclismo), o que reduz emissões de carbono, poluição do ar e congestionamentos; e considera que cidades compactas, bem projetadas e com densidade equilibrada são fundamentais para reduzir a expansão urbana descontrolada (urban sprawl), que é prejudicial ao meio ambiente devido à destruição de ecossistemas e ao aumento da necessidade de transporte motorizado.

Para Gehl, o planejamento urbano deve priorizar a criação de espaços públicos agradáveis, funcionais e verdes. Ele argumenta que parques, praças e ruas arborizadas não apenas melhoram a qualidade de vida, mas também contribuem para a mitigação de ilhas de calor urbano e a melhoria da qualidade do ar. Propõe o redesenho de ruas para dar prioridade a pedestres e ciclistas, incentivando meios de transporte que consomem menos recursos e geram menos impacto ambiental. Gehl é defensor de ciclovias integradas e seguras, como as que ele ajudou a implementar em Copenhague, modelo para cidades ao redor do mundo.

A visão de Gehl sugere cidades que incentivem estilos de vida mais sustentáveis e com menor consumo de energia. Ele acredita que ruas ativas e vibrantes reduzem a necessidade de transporte motorizado, diminuindo a pegada de carbono das cidades. Destaca a importância de integrar elementos naturais ao design urbano. Vegetação em espaços públicos e ruas não apenas melhora a experiência dos cidadãos, mas também tem um impacto positivo no meio ambiente, como a absorção de CO₂ e o gerenciamento das águas pluviais. A perspectiva ambiental de Gehl vai além do ecossistema físico e considera a saúde das pessoas como parte fundamental de uma cidade sustentável. Ele conecta ambientes urbanos bem projetados à redução de doenças relacionadas à poluição e ao sedentarismo.

Gehl desempenhou um papel central na transformação de Copenhague em uma das cidades mais sustentáveis e amigáveis para ciclistas e pedestres do mundo. Suas intervenções incluem o fechamento de ruas para carros, a expansão de ciclovias e a criação de espaços públicos vibrantes. A Times Square foi transformada com base em princípios defendidos por Gehl, priorizando pedestres e criando um espaço público mais acessível e ambientalmente amigável. Foi consultor no redesenho do centro da cidade de Melbourne, Austrália, o que resultou em ruas mais caminháveis, com vegetação e infraestrutura para ciclistas.

A abordagem de Gehl está diretamente alinhada com os objetivos de sustentabilidade urbana com redução de emissões de carbono: incentivo ao transporte ativo e ao uso eficiente do espaço; preservação de recursos naturais: densidade urbana equilibrada evita o avanço descontrolado sobre áreas naturais; mitigação dos efeitos climáticos urbanos: espaços verdes e arborização ajudam no controle do clima urbano e da gestão hídrica; e resiliência urbana: espaços públicos acessíveis e vibrantes fortalecem a coesão social e a capacidade de resposta a crises ambientais e sociais;

Jan Gehl oferece uma perspectiva ambiental única, que integra a sustentabilidade ao design urbano centrado nas pessoas. Ele argumenta que cidades bem projetadas não só melhoram a qualidade de vida, mas também minimizam os impactos ambientais, promovendo modos de vida mais saudáveis, sociais e ecológicos. Sua visão continua a influenciar planejadores urbanos em todo o mundo.

Timothy Beatley é um urbanista e professor de Planejamento Urbano na Universidade da Virgínia, conhecido por ser um dos principais defensores do conceito de cidades biofílicas. Sua perspectiva combina planejamento urbano e princípios ecológicos, enfatizando a necessidade de integrar a natureza ao ambiente urbano para promover sustentabilidade, bem-estar humano e resiliência ambiental. As cidades biofílicas, segundo Beatley (2011), são planejadas para promover uma reconexão entre os humanos e a natureza, incorporando elementos naturais aos espaços urbanos. Isso não se limita à presença de áreas verdes, mas envolve a criação de uma cultura urbana que valoriza e protege os ecossistemas. Baseando-se na teoria da biofilia (o amor inato dos humanos pela natureza, proposta por Edward O. Wilson), Beatley argumenta que a exposição à

natureza é essencial para o bem-estar físico, emocional e mental das pessoas. Ele acredita que o planejamento urbano deve integrar a natureza ao cotidiano das pessoas, como parques, jardins verticais, telhados verdes e até rios urbanos revitalizados. Beatley defende que as cidades devem ser projetadas como sistemas vivos, com infraestrutura verde integrada aos edifícios e às ruas. Elementos como corredores ecológicos, sistemas de drenagem sustentável (*bioswales*), telhados verdes e fachadas vivas são essenciais para reduzir o impacto ambiental e promover a biodiversidade.

Um dos pilares do conceito de cidades biofílicas é a promoção da biodiversidade dentro das áreas urbanas. Isso inclui a preservação e a restauração de habitats naturais; a criação de refúgios para fauna e flora locais; e as políticas de incentivo ao plantio de espécies nativas. Para Beatley, cidades biofílicas são mais resilientes às mudanças climáticas e aos desastres naturais, pois incorporam infraestrutura verde que ajuda a reduzir as ilhas de calor urbanas, a gerenciar águas pluviais e a prevenir enchentes, como também, a melhorar a qualidade do ar e da água.

Beatley destaca que a interação com a natureza em áreas urbanas melhora a saúde física (redução do estresse, promoção da atividade física) e a saúde mental (alívio da depressão e da ansiedade). Também argumenta que espaços biofílicos aumentam o senso de pertencimento e de coesão social.

Além do planejamento físico, Beatley defende a criação de uma cultura biofílica que ensine as comunidades urbanas a valorizar e proteger a natureza. Exemplos incluem programas educativos, iniciativas comunitárias de plantio e projetos escolares que integram a natureza ao aprendizado. O autor enfatiza a adoção de soluções baseadas na natureza (*nature-based solutions*); no planejamento urbano, como o uso de vegetação para gerenciar águas pluviais, reduzir emissões de carbono e melhorar a eficiência energética, com a criação de sistemas de infraestrutura verde (parques, árvores urbanas) e azul (rios, lagos e bacias de retenção); e no uso de corredores ecológicos para conectar habitats naturais, planejamento de edifícios que integrem a natureza, como jardins verticais, paredes verdes, telhados vivos e design de prédios que aproveitem iluminação e ventilação natural para reduzir o consumo energético.

Beatley salienta a importância de engajar os cidadãos na criação e na manutenção de espaços biofílicos, como hortas comunitárias, áreas de compostagem e projetos de reintrodução de espécies nativas através do desenvolvimento de políticas urbanas que incentivem o uso de soluções biofílicas, incluindo incentivos fiscais para edifícios sustentáveis e proteção de áreas naturais dentro da cidade, com a implementação de indicadores para medir os benefícios das cidades biofílicas, como a melhoria na biodiversidade, redução de emissões de carbono e aumento do bem-estar humano.

Singapura é um exemplo emblemático de cidade biofílica, com jardins verticais, parques urbanos integrados e um planejamento voltado para a biodiversidade com programas como o *City in a garden*, que refletem os ideais de Beatley. Em Portland, EUA, pode-se encontrar sistemas de infraestrutura verde, como *bioswales* e telhados verdes, que ajudam a gerenciar águas pluviais e proteger habitats urbanos. Curitiba, Brasil, tem como foco a sustentabilidade, é uma referência em transporte público eficiente e áreas verdes acessíveis, alinhando-se às ideias biofílicas. Segundo Beatley, as cidades biofílicas reforçam o papel essencial da natureza no cotidiano urbano e promovem práticas urbanas que integram sustentabilidade ambiental e bem-estar humano. A visão de Beatley tem influenciado o desenvolvimento de políticas urbanas sustentáveis em cidades ao redor do mundo.

A perspectiva de Timothy Beatley sobre cidades biofílicas destaca a importância de integrar a natureza ao planejamento urbano como uma estratégia fundamental para enfrentar desafios ambientais e sociais contemporâneos. Suas ideias oferecem uma visão transformadora para o futuro das cidades, enfatizando que uma urbanização mais verde e conectada à natureza não é apenas possível, mas necessária para a resiliência e o bem-estar das gerações futuras.

Por outra perspectiva, Robert Moses foi um urbanista e planejador norte-americano que desempenhou um papel central no desenvolvimento da infraestrutura urbana de Nova York e de outras cidades dos Estados Unidos, durante o século XX. Ele é percebido no ambiente acadêmico como uma figura controversa, admirada por sua eficiência e visão, mas criticada por suas abordagens autoritárias e pelo impacto negativo de seus projetos em comunidades vulneráveis.

Moses não era um urbanista licenciado, mas um administrador público com uma visão poderosa para a infraestrutura. Ele ocupou vários cargos importantes, incluindo o de presidente da Autoridade de Transportes de Triborough e controlou agências com orçamentos massivos.

Moses teve grande influência sobre o desenvolvimento urbano nos EUA durante a maior parte do século XX. Ele foi responsável por dezenas de pontes, rodovias, parques e projetos habitacionais em Nova York. Sua visão de urbanismo era centrada em Infraestrutura viária, acreditava que o futuro das cidades dependia da criação de rodovias, pontes e túneis que facilitassem o transporte rodoviário. Priorizou a construção de vias expressas e grandes rodovias urbanas, muitas vezes às custas do transporte público. Moses defendia uma abordagem centralizada e eficiente para o planejamento urbano, muitas vezes contornando processos democráticos e ignorando protestos populares. Acreditava que o progresso exigia ações decisivas e rápidas, mesmo que resultassem em sacrifícios de algumas comunidades, tinha uma visão grandiosa e modernista do urbanismo. Ele via a infraestrutura como um símbolo de progresso e acreditava que grandes projetos transformavam cidades em centros de poder econômico e cultural. Sua abordagem arquitetônica frequentemente dava prioridade à escala monumental em detrimento das necessidades locais.

Robert Moses ficou conhecido por implementar projetos que frequentemente resultavam no deslocamento de milhares de famílias, em sua maioria de baixa renda ou pertencentes a minorias étnicas. Para ele, comunidades empobrecidas representavam um entrave ao progresso urbano, o que justificava, em sua visão, a demolição de bairros inteiros para dar lugar às suas obras.

Ao mesmo tempo, Moses foi um defensor entusiasta de espaços públicos, parques e praias, sendo responsável pela criação de áreas recreativas emblemáticas, como o Jones Beach State Park e o Robert Moses State Park. Também deixou sua marca na infraestrutura viária, embora sua ênfase nas rodovias tenha levado à negligência — e até à sabotagem — do transporte público, já que não priorizou o metrô e os sistemas de ônibus em suas reformas.

Entre suas obras mais emblemáticas estão o Cross-Bronx Expressway, símbolo de sua visão modernizadora, mas também alvo de

críticas por ter destruído comunidades inteiras no Bronx, e a Triborough Bridge, peça fundamental para a integração viária de Nova York. Apesar de seus feitos, Moses era conhecido por usar seu poder político para evitar aprovações legislativas e limitar a participação popular, frequentemente ignorando as preocupações das comunidades locais afetadas por seus projetos.

Seus projetos muitas vezes resultaram em segregação urbana e gentrificação. As comunidades de baixa renda, especialmente minorias, foram as mais prejudicadas. Ele é acusado de ter moldado Nova York em uma cidade mais acessível para os ricos e dependente de carros. Moses priorizava a eficiência e o progresso acima de tudo, o que o levou a ignorar movimentos sociais e resistências

Seus projetos deixaram um legado de desigualdade social e segregação urbana. Ele é criticado por negligenciar o transporte público, contribuindo para a dependência de carros e problemas de trânsito. *The power broker: Robert Moses and the fall of New York*, escrito por Robert Caro, é uma obra monumental que transcende a biografia tradicional. Lançado em 1974, o livro investiga a vida e a carreira de Robert Moses, um dos personagens mais influentes na história do urbanismo dos Estados Unidos, cuja visão ambiciosa moldou a paisagem de Nova York no século XX.

A narrativa de Caro combina rigor histórico com uma análise crítica da concentração de poder político e seus impactos. O autor examina a ascensão de Moses, desde suas origens humildes até se tornar uma figura quase onipotente no planejamento urbano. Dividido em capítulos densos e detalhados, o livro aborda as dezenas de obras realizadas sob sua liderança, incluindo pontes, estradas, parques e habitações públicas. Caro apresenta Moses como um arquétipo do poder moderno, mostrando como ele manipulou as instituições políticas para acumular autoridade quase ilimitada. O autor desvenda as estratégias burocráticas, o uso de linguagem técnica para desmobilizar opositores e o desdém de Moses pelas consequências sociais de seus projetos. *The power broker* é mais do que uma biografia, é um estudo abrangente sobre o poder e suas ramificações. O livro influenciou gerações de estudiosos e políticos, tornando-se leitura essencial em áreas como planejamento urbano, ciência política e sociologia. Além disso, foi agraciado com o Prêmio *Pulitzer* de Biografia em 1975, consolidando sua relevância.

4. Dimensão urbana

A dimensão urbana para cidades inteligentes refere-se ao conjunto de elementos físicos, sociais, tecnológicos e organizacionais que compõem o espaço urbano e que são transformados ou otimizados por meio de soluções inteligentes. Essa dimensão engloba desde a infraestrutura física, como ruas e edifícios, até os aspectos sociais e econômicos que influenciam a vida urbana. Nas cidades inteligentes, a dimensão urbana é essencial para criar ambientes mais sustentáveis, conectados e centrados nas necessidades dos cidadãos.

4.1. Planejamento urbano inteligente e integrado

Jane Butzner Jacobs, renomada pensadora urbana do século XX, possuía uma abordagem revolucionária sobre o planejamento urbano, baseada nas necessidades das comunidades e na dinâmica das cidades vivas. Em sua obra mais influente, *The death and life of great american cities* (1961), Jacobs desafia os paradigmas do urbanismo tradicional, propondo um modelo de planejamento colaborativo que privilegia as interações humanas, a diversidade e a participação comunitária. Jacobs foi uma crítica contundente das práticas modernistas de urbanismo que dominavam o século XX, lideradas por figuras como Le Corbusier e Robert Moses. Para ela, o planejamento centralizado, focado em grandes intervenções como rodovias e projetos de renovação urbana, frequentemente ignorava a complexidade das cidades e resultava na destruição de comunidades. Como afirma Jacobs, esses projetos “acabam com o tecido social das comunidades e substituem a vitalidade por espaços desprovidos de vida” (Jacobs, 1961, p. 27).

Ela argumenta que o urbanismo não deve ser tratado como uma ciência abstrata, mas como uma prática enraizada na experiência humana cotidiana. Em sua visão, cidades bem-sucedidas dependem de uma rede orgânica de ruas e bairros que promovam a interação social e a diversidade econômica.

Jacobs defendia que as soluções urbanas deveriam emergir das próprias comunidades. Segundo ela, “os olhos na rua” são a chave para a segurança e a vitalidade urbana, referindo-se ao envolvimento dos moradores na vigilância e cuidado dos espaços públicos (Jacobs, 1961, p. 35). Sua ideia de planejamento colaborativo baseia-se em três pilares:

a) Escala humana: o planejamento deve começar pelas pessoas, respeitando as relações de vizinhança e os usos cotidianos dos espaços. Jacobs sugere que ruas e praças vibrantes são resultado de usos diversos, que atraem diferentes grupos ao longo do dia;

b) Diversidade funcional: a autora defende a mistura de usos, como residências, comércio e serviços, que criam um ciclo contínuo de atividades e geram espaços dinâmicos. Segundo ela, “cidades precisam de uma mistura de edifícios, idades e condições para sustentar vitalidade e inovação” (Jacobs, 1961, p. 160); e

c) Autonomia local: para Jacobs, as comunidades devem ter voz ativa na definição do futuro de seus bairros. Essa autonomia garante que as decisões reflitam as necessidades locais, e não apenas as prioridades de planejadores distantes. A autora rejeitou a ideia de que o desenvolvimento urbano deveria ser conduzido por grandes autoridades ou empresas. Ela acreditava que a centralização do poder no planejamento resultava na desconexão entre as políticas e as realidades locais. Para Jacobs, “a vitalidade das cidades não pode ser planejada de cima para baixo. Ela surge das interações espontâneas e imprevisíveis dos cidadãos” (Jacobs, 1961, p.176).

Sua batalha contra Robert Moses, que planejava construir uma rodovia cortando o Greenwich Village em Nova York, exemplifica sua filosofia. Graças à mobilização comunitária liderada por Jacobs, o projeto foi barrado, preservando o caráter do bairro. O pensamento de Jacobs continua relevante, especialmente em um mundo que enfrenta desafios como a gentrificação, o crescimento urbano desordenado e a alienação social. Sua defesa de um planejamento inclusivo inspira movimentos contemporâneos por cidades mais humanas, como o urbanismo tático e as cidades de 15 minutos, como será visto mais adiante com o exemplo parisiense. Portanto, a visão de Jane Jacobs redefine o papel das cidades como organismos vivos, onde a diversidade e a participação comunitária são centrais. Suas ideias permanecem um lembrete poderoso de que

o planejamento urbano deve ser uma ferramenta para as pessoas, promovendo a equidade e a vitalidade social.

Por outro lado, Le Corbusier, um dos mais influentes arquitetos e urbanistas do século XX, deixou um legado que moldou profundamente a arquitetura e o urbanismo modernos. Nascido Charles-Édouard Jeanneret-Gris, ele defendeu ideais que priorizavam a funcionalidade, a simplicidade das formas e a integração entre arquitetura e a vida moderna. Entretanto, suas visões urbanísticas são frequentemente criticadas por negligenciar aspectos cruciais da integração comunitária e da dinâmica social das cidades. Le Corbusier tinha conceitos inovadores, como os *Cinco pontos da nova arquitetura*, apresentados em 1926. Estes incluíam o uso de pilotis (pilares), terraços-jardim, plantas livres, fachadas livres e janelas em fita, elementos que revolucionaram a prática arquitetônica. Como exemplificado na obra-prima Villa Savoye, esses princípios enfatizavam a funcionalidade e a harmonia com o ambiente circundante (Benevolo, 2006). Outro marco foi o Plano Voisin para Paris, no qual Le Corbusier propôs uma reconstrução radical do centro da cidade. Seu projeto incluía a demolição de bairros antigos para a criação de torres residenciais espaçadas em um parque. Essa visão encapsulava seu conceito de *cidade funcional*, que buscava eficiência e organização urbana. Segundo ele, a cidade deve ser um instrumento de trabalho (Le Corbusier, 1967).

Embora Le Corbusier tenha contribuído com ideais revolucionários, suas propostas urbanísticas são frequentemente alvo de críticas por desconsiderarem as necessidades humanas e sociais. Jane Jacobs, em sua obra *Morte e vida das grandes cidades americanas*, critica fortemente a abordagem de Le Corbusier, argumentando que “ele via os moradores das cidades como abstrações, não como seres humanos reais” (Jacobs, 2011, p. 34). Suas cidades funcionais, com grandes blocos de habitação isolados, priorizavam carros em detrimento de pedestres, resultando em espaços urbanos frequentemente alienantes. Essa crítica se torna evidente em projetos inspirados por suas ideias, como os conjuntos habitacionais do pós-guerra, que, segundo estudos, contribuíram para a segregação social e para a perda de senso comunitário (Holston, 1989).

Apesar das críticas, é inegável que Le Corbusier deixou um impacto profundo na arquitetura e no urbanismo. Ele promoveu a padronização

de materiais e técnicas, buscando soluções habitacionais para as massas, e contribuiu para a fundação do movimento Modernista, cujas influências ainda são visíveis hoje. Contudo, como aponta Holston, “seus ideais utópicos frequentemente ignoravam as realidades complexas das cidades e das comunidades humanas” (Holston, 1989, p. 212).

Le Corbusier permanece uma figura central no debate sobre arquitetura e urbanismo. Suas inovações tecnológicas e conceituais transformaram práticas arquitetônicas, mas suas visões urbanísticas levantam questões importantes sobre a integração social e a humanização dos espaços urbanos. Sua obra, ao mesmo tempo celebrada e contestada, nos convida a refletir sobre como equilibrar eficiência, estética e vida comunitária nas cidades.

4.2. Mobilidade sustentável e acessibilidade urbana

Peter William Geoffrey Newman é um acadêmico, urbanista e ambientalista australiano, com contribuições no campo do planejamento urbano sustentável e transporte público. Ele é professor da Curtin University, em Perth, Austrália, onde atua no Curtin University Sustainability Policy Institute (CUSP). Newman é conhecido por seu trabalho pioneiro em sustentabilidade urbana, particularmente na defesa de cidades menos dependentes de automóveis, possui formação em ciências ambientais e urbanismo. Ele completou seus estudos iniciais na Austrália e posteriormente se especializou em Planejamento Sustentável, com foco em mobilidade urbana e planejamento de transporte.

Ao longo de sua carreira, Newman se destacou por integrar sustentabilidade e urbanismo, promovendo políticas públicas e estratégias para mitigar os impactos ambientais das cidades. Junto com Jeffrey Kenworthy, introduziu o conceito de *automobile dependence* (dependência de automóveis) em estudos que analisam a relação entre transporte, uso do solo e qualidade de vida urbana. Os dois autores publicaram obras como *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence* (1999) e *The end of automobile dependence* (2015), que se tornaram referência global para gestores

urbanos, acadêmicos e ativistas. Peter Newman propõe cidades orientadas ao transporte sustentável. A ideia central do pensamento de Newman é que cidades devem ser planejadas para minimizar o impacto ambiental e maximizar a qualidade de vida de seus habitantes. Ele argumenta que cidades sustentáveis dependem de sistemas de transporte capazes de conectar pessoas e lugares sem comprometer o meio ambiente (Newman; Kenworthy, 1999). Essa visão envolve a criação de infraestrutura que suporte meios de transporte de baixo carbono, como trens, ônibus elétricos e ciclovias, além de zonas urbanas compactas que incentivem a caminhada.

Em seu livro *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*, Newman e Kenworthy introduzem o conceito de cidades *transit-oriented*, que coloca o transporte público como eixo estruturador do planejamento urbano. Para os autores, “a dependência do automóvel é um sintoma de planejamento inadequado, e não uma necessidade inevitável” (Newman; Kenworthy, 1999, p. 123). Newman é incisivo ao criticar o impacto negativo das cidades centradas nos automóveis. Segundo ele, o transporte baseado no carro gera congestionamentos, poluição e um uso ineficiente do solo, enquanto reduz a coesão social (Newman, 2006). Ele aponta que a infraestrutura rodoviária frequentemente consome recursos financeiros que poderiam ser investidos em soluções de transporte mais inclusivas e ecológicas.

Além disso, Newman defende que a alta dependência de combustíveis fósseis para o transporte é insustentável em um contexto de mudanças climáticas. Ele afirma que uma cidade resiliente deve ser projetada para mitigar os efeitos do aquecimento global, reduzindo emissões de carbono e promovendo alternativas energéticas (Newman, 2014). Newman frequentemente utiliza exemplos concretos para ilustrar sua visão. Ele elogia cidades como Copenhague e Freiburg, que investiram maciçamente em transporte público, ciclovias e áreas de convivência para pedestres. Esses casos, segundo Newman, “demonstram que cidades sustentáveis são não apenas possíveis, mas também economicamente viáveis e socialmente desejáveis” (Newman; Kenworthy, 2015).

No contexto brasileiro, Newman vê oportunidades em projetos de Bus Rapid Transit (BRT) em cidades como Curitiba, mas ressalta que “é essencial integrar esses sistemas com políticas de uso do

solo que priorizem densidade urbana e acessibilidade” (Newman, 2014). A perspectiva de Newman vai além do transporte, ela toca nas relações sociais, na saúde pública e na economia urbana. Ele argumenta que “transporte sustentável não é apenas uma questão ambiental, mas também uma oportunidade para construir cidades mais humanas e conectadas” (Newman, 2014). Assim, sua abordagem defende uma visão holística do planejamento urbano, em que os sistemas de mobilidade são integrados às necessidades sociais e ecológicas. O pensamento de Peter Newman oferece um guia prático e teórico para cidades que buscam alinhar desenvolvimento urbano e sustentabilidade. Suas ideias são fundamentais em um momento em que as cidades enfrentam desafios relacionados às mudanças climáticas e ao crescimento populacional. Ao propor uma transformação nos modelos de transporte, Newman não apenas desafia o status quo, mas também inspira ações concretas para um futuro urbano mais verde e inclusivo.

Jaime Lerner, arquiteto, urbanista e político curitibano, ficou conhecido por transformar a cidade em um modelo de planejamento urbano sustentável e inovador com a implantação do Sistema BRT (*Bus Rapid Transit*). Desenvolveu o primeiro sistema de transporte rápido por ônibus do mundo, que se tornou referência global. Em relação à gestão de resíduos sólidos, implementou programas de reciclagem, como o *Lixo que não é lixo*, integrando educação ambiental e inclusão social. *Lixo que não é lixo* e o *Câmbio Verde* incentivavam a separação de resíduos e a troca de recicláveis por alimentos. Essas iniciativas não apenas aumentaram as taxas de reciclagem, mas também incluíram comunidades de baixa renda em programas de sustentabilidade. Lerner, em seu livro *Acupuntura urbana* (2003), propôs soluções pontuais e estratégicas para transformar espaços urbanos. Curitiba é reconhecida como uma das cidades mais sustentáveis do mundo graças às suas inovações em mobilidade, gestão de resíduos e planejamento urbano.

Lerner destacou-se tanto por suas soluções práticas para os desafios urbanos quanto por sua visão humanística de planejamento, que coloca as pessoas no centro das decisões. Ao longo de sua carreira, Lerner transformou Curitiba em um modelo global de urbanismo sustentável, com ênfase em mobilidade, planejamento integrado e inclusão social. Desenvolveu uma abordagem de urbanismo voltada para a simplicidade, criatividade e funcionalidade.

Ele acreditava que pequenas intervenções, se bem planejadas, poderiam gerar grandes transformações nas cidades. Essa visão foi sintetizada no conceito de “acupuntura urbana”, que ele descreve como “a capacidade de uma pequena intervenção melhorar a energia de um lugar, irradiando mudanças positivas para a cidade inteira” (Lerner, 2003, p. 15). Lerner é conhecido mundialmente como o criador do primeiro sistema de transporte rápido por ônibus (BRT), implementado em Curitiba na década de 1970. Segundo ele, “o transporte coletivo não precisa ser caro ou complicado, mas deve ser eficiente, confortável e integrado” (Lerner, 2003, p. 45). Hoje, o modelo é replicado em mais de 200 cidades ao redor do mundo, como Bogotá, Istambul e Guangzhou.

Sob sua liderança, Curitiba adotou um plano diretor integrado, que orientava o crescimento urbano em torno de corredores de transporte, promovendo densidade e uso misto do solo. Conforme o autor, “a cidade sustentável é aquela que antecipa seus problemas e planeja seu crescimento em harmonia com o meio ambiente” (Lerner, 1994, p. 32). Transformou áreas urbanas em parques e espaços públicos, como o Parque Barigui e a Ópera de Arame, incentivando o uso coletivo e sustentável do espaço urbano.

Jaime Lerner defendia uma visão otimista e criativa para as cidades. Ele via o planejamento urbano como uma ferramenta de transformação social e acreditava na capacidade das cidades de se reinventarem. Para ele, “a cidade é uma estrutura viva, que precisa de soluções criativas e participação cidadã para prosperar” (Lerner, 2007, p. 20). Ele também criticava a dependência excessiva de automóveis, afirmando que “o carro é como um parente que veio passar o fim de semana e nunca mais foi embora” (Lerner, 2007, p. 18). Essa crítica motivou sua defesa por alternativas sustentáveis de mobilidade urbana. Lerner foi premiado internacionalmente, incluindo o Prêmio Mundial do Habitat das Nações Unidas e o Prêmio Sir Robert Matthew pela União Internacional de Arquitetos. Seu trabalho com Curitiba o posicionou como um dos líderes mundiais em urbanismo sustentável. O modelo curitibano de transporte e planejamento urbano influenciou cidades como Bogotá (*TransMilenio*) e Nova Iorque (faixas exclusivas de ônibus).

Jaime Lerner deixou um legado duradouro para o urbanismo global, mostrando que soluções criativas, integradas e sustentáveis

podem transformar cidades e melhorar a vida de seus habitantes. Seu trabalho em Curitiba tornou-se referência para gestores e urbanistas no mundo todo. Com sua visão humanista e foco em sustentabilidade, Lerner continua a inspirar debates e práticas no planejamento urbano contemporâneo.

4.3. Cidades dos 15 minutos e a experiência de Paris

O conceito de cidade de 15 minutos propõe um modelo urbano no qual os moradores podem acessar todos os serviços essenciais — trabalho, educação, saúde, lazer e compras — a uma distância de 15 minutos a pé ou de bicicleta. Desenvolvido pelo urbanista Carlos Moreno, o conceito busca criar cidades mais humanas, sustentáveis e resilientes, reduzindo a dependência de automóveis e promovendo um estilo de vida mais integrado ao ambiente local. Segundo Moreno, “a cidade de 15 minutos é um convite para redescobrir o prazer da proximidade e da vida nos bairros” (Moreno, 2020, p. 15).

A ideia central é reorganizar o espaço urbano para atender às necessidades cotidianas de forma descentralizada e acessível. Entre os principais princípios estão a garantia que serviços essenciais estejam próximos dos moradores; a criação de bairros multifuncionais com moradias, comércio, áreas verdes e serviços; o incentivo a modos de transporte ativos, como caminhar e pedalar; e o fomento ao engajamento dos moradores na gestão dos bairros. Esse modelo contrasta com o planejamento urbano tradicional centrado na expansão e no uso intensivo de automóveis, promovendo bairros compactos e autossuficientes. Como afirma Moreno, “não se trata apenas de infraestrutura, mas de um novo modo de pensar e viver a cidade” (Moreno, 2020, p. 23).

A cidade de Paris, sob a liderança da prefeita Anne Hidalgo, é uma das pioneiras na implementação do conceito de cidades de 15 minutos. Desde 2020, a prefeitura vem promovendo uma série de reformas urbanas baseadas no modelo, como parte de um esforço para enfrentar problemas como congestionamento, poluição e desigualdades no acesso a serviços. Conforme Hidalgo destacou,

“reconquistar o espaço público para os pedestres e ciclistas é uma questão de justiça social e ambiental” (Hidalgo, 2021, p. 12). Muitas vias anteriormente dominadas por carros foram transformadas em espaços para pedestres e ciclistas. Um exemplo é a redução do tráfego na Rue de Rivoli, agora prioritária para bicicletas (Willsher, 2021). Durante os fins de semana, muitas escolas parisienses estão sendo adaptadas para funcionar como centros de convivência, oferecendo atividades culturais e esportivas para os moradores. Com a iniciativa chamada *Plan Vélo*, Paris ampliou significativamente sua rede de ciclovias, incentivando o uso de bicicletas como principal meio de transporte (Morris, 2020). Projetos para aumentar áreas verdes e jardins comunitários em bairros densamente povoados têm sido promovidos para melhorar a qualidade de vida e reduzir a temperatura urbana.

A experiência de Paris trouxe resultados positivos, como a redução de emissões de carbono, melhoria na qualidade do ar e maior engajamento dos moradores com suas comunidades locais. Além disso, o incentivo ao uso de bicicletas e o acesso a serviços essenciais a pé têm contribuído para um estilo de vida mais saudável. Segundo Willsher (2021), “as mudanças em Paris não apenas transformaram a cidade, mas inspiraram debates globais sobre o futuro das metrópoles.” No entanto, a implementação não está isenta de desafios. Entre as críticas estão o fato de que muitos moradores ainda valorizam o uso do carro como símbolo de liberdade e conveniência. Nem todos os bairros de Paris têm a mesma capacidade de oferecer serviços essenciais, especialmente nas áreas periféricas (Morris, 2020). A adaptação da infraestrutura urbana requer investimentos significativos e pode gerar resistência de grupos econômicos e políticos.

O modelo de cidades de 15 minutos, exemplificado pela experiência de Paris, oferece uma visão promissora para um futuro urbano mais sustentável e conectado. Apesar dos desafios, a iniciativa demonstra que transformar cidades em lugares mais acessíveis e centrados nas pessoas não apenas é possível, mas também necessário para enfrentar os problemas ambientais e sociais das metrópoles modernas. Como pioneira nesse modelo, Paris serve como inspiração para outras cidades ao redor do mundo que estão implementando conceitos alinhados ao modelo da cidade de 15 minutos,

adaptando-o às suas particularidades. Essas iniciativas mostram como o planejamento urbano sustentável pode ser aplicado em diferentes contextos culturais, econômicos e ambientais.

4.4. Melbourne, Austrália: os “20-minute neighborhoods”

Melbourne desenvolveu o conceito de *20-minute neighborhoods*, que compartilha princípios semelhantes ao modelo da cidade de 15 minutos. O objetivo é garantir que os moradores possam acessar serviços essenciais em um raio de 20 minutos de caminhada ou bicicleta. O plano foi incorporado ao *Plan Melbourne 2017-2050*, que enfatiza a criação de comunidades compactas e conectadas. Segundo o relatório oficial, “os bairros de 20 minutos promovem uma qualidade de vida mais alta ao reduzir o tempo de deslocamento e melhorar a saúde física e mental” (Victorian Government, 2019, p. 18). Exemplos práticos incluem o redesenho de áreas suburbanas para aumentar a densidade e a implementação de ciclovias conectadas às redes de transporte público.

4.5. Copenhague, Dinamarca: a cidade para ciclistas

Copenhague é mundialmente reconhecida como uma cidade modelo para transporte sustentável e para mobilidade ativa. Embora não seja oficialmente chamada de cidade de 15 minutos, a cidade atende aos mesmos princípios. Com uma rede de ciclovias de mais de 390 km, Copenhague facilita o acesso a escolas, mercados e áreas de lazer. O relatório *Copenhagenize Index* destaca que “praticamente todas as áreas da cidade podem ser alcançadas em 15 minutos de bicicleta” (Copenhagenize, 2021, p. 12). Além disso, o planejamento urbano enfatiza a proximidade e a criação de espaços públicos vibrantes, como o Superkilen Park, um marco de integração comunitária.

4.6. Barcelona, Espanha: superquadras (*superblocks*)

Barcelona implementou o conceito de *superblocks*, que reorganiza o tráfego urbano ao restringir carros em áreas delimitadas, dando prioridade a pedestres, ciclistas e espaços públicos. Esses espaços transformaram bairros como o Eixample, onde 80% do tráfego de veículos foi removido. Segundo um estudo publicado no *Cities Journal*, “as superquadras criaram áreas verdes e espaços de convivência, reduzindo significativamente os níveis de ruído e poluição” (Salvador *et al.*, 2020, p. 55). Essas intervenções também promoveram uma maior interação social e aumentaram a qualidade de vida dos residentes.

4.7. Bogotá, Colômbia: corredores para ciclistas e transporte público

Bogotá é pioneira na criação de uma infraestrutura cicloviária abrangente, como a ciclovia, que conecta a maioria das áreas da cidade. Adicionalmente, o sistema de transporte público *TransMilenio* foi projetado para reduzir o uso de carros e aumentar a eficiência do transporte coletivo. De acordo com Bocarejo *et al.* (2020), “as políticas de mobilidade em Bogotá estão alinhadas aos objetivos das cidades de 15 minutos, especialmente ao facilitar o acesso equitativo aos serviços urbanos” (Bocarejo *et al.*, 2020, p. 48). A integração entre transporte público e áreas caminháveis é central para o modelo.

4.8. Portland, Estados Unidos: o planejamento urbano baseado em bairros

Portland é frequentemente citada como exemplo de planejamento urbano sustentável nos Estados Unidos. O foco da cidade está na criação de bairros onde os residentes possam viver, trabalhar e se divertir sem a necessidade de carros. O plano *Portland's Comprehensive Plan 2035* promove políticas de densidade habitacional,

mobilidade ativa e proximidade. Conforme Carmichael (2020), “Portland demonstra como o modelo de cidades de 15 minutos pode ser aplicado em uma estrutura urbana americana, tradicionalmente dependente de automóveis” (Carmichael, 2020, p. 77).

A implementação do conceito de cidades de 15 minutos em diferentes contextos, como Melbourne, Copenhague, Barcelona, Bogotá e Portland reforça a relevância dessa abordagem para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Essas cidades demonstram que, com políticas adequadas e engajamento comunitário, é possível criar ambientes urbanos mais sustentáveis, inclusivos e humanos.

Jeff Speck é urbanista e defensor do planejamento urbano que prioriza a caminhabilidade e a redução da dependência de automóveis. Suas ideias, apresentadas em livros como *Walkable city: how downtown can save America, One step at a time* (2012) e *Walkable city rules: 101 steps to making better places* (2018), transformaram o debate sobre mobilidade urbana. Speck argumenta que as cidades precisam ser redesenhadas para colocar as pessoas no centro do planejamento, promovendo saúde, sustentabilidade e interações sociais mais significativas.

No cerne do pensamento de Speck está o conceito de *caminhabilidade*, que ele define como a criação de cidades onde “andar não é apenas seguro e confortável, mas também útil e interessante” (Speck, 2012, p. 13). Ele desenvolve essa ideia por meio de seus quatro pilares da caminhabilidade: trajetos devem conectar locais importantes, como trabalho, escola e lazer; a infraestrutura deve priorizar a segurança do pedestre, reduzindo riscos de acidentes; o ambiente deve ser acolhedor, com calçadas largas, arborização e espaços de convivência; e as ruas precisam ser visualmente atrativas, incentivando as pessoas a explorar o espaço urbano.

Speck destaca que cidades caminháveis oferecem benefícios que vão além da mobilidade. Elas melhoram a qualidade de vida ao reduzir a poluição, aumentar a atividade física e incentivar o consumo local (Speck, 2018). Speck é um crítico ferrenho do planejamento urbano centrado em automóveis, o que ele chama de “urbanismo induzido pelo carro.” Segundo ele, “cidades projetadas para carros não são projetadas para pessoas” (Speck, 2012, p. 45). Ele aponta que a expansão de rodovias e estacionamentos reduz a qualidade

do espaço público, aumenta as emissões de carbono e piora a saúde pública devido ao sedentarismo. Além disso, Speck argumenta que a dependência de automóveis gera desigualdade social, já que muitas pessoas não têm acesso a veículos. Para ele, “um bom planejamento urbano deve oferecer escolhas reais de mobilidade para todos os cidadãos, independentemente de sua condição financeira” (Speck, 2018, p. 97).

Speck utiliza casos reais para exemplificar os impactos positivos da caminhabilidade. Ele cita Portland, nos Estados Unidos, como um exemplo de cidade que investiu na redução do uso de carros, criando uma infraestrutura robusta para pedestres, ciclistas e transporte público. Segundo Speck, “Portland mostra que a transformação urbana é possível quando há um compromisso com a qualidade de vida dos cidadãos” (Speck, 2018, p. 123). Outro exemplo é Boston, onde projetos de revitalização urbana priorizaram ruas caminháveis, áreas verdes e espaços públicos acessíveis. Esses esforços resultaram em uma cidade mais conectada e vibrante, com um aumento significativo no número de pedestres e ciclistas.

Speck também destaca os benefícios econômicos e ambientais de cidades caminháveis. Ele argumenta que bairros planejados para pedestres tendem a ter maior valorização imobiliária e comércio local mais ativo. Além disso, a redução da dependência de automóveis contribui diretamente para a mitigação das mudanças climáticas. Como ele observa, “andar é a forma de transporte mais eficiente, limpa e acessível que existe” (Speck, 2012, p. 61).

Jeff Speck apresenta uma visão convincente e prática para repensar o planejamento urbano no século XXI. Suas propostas mostram que cidades caminháveis não são apenas desejáveis, mas essenciais para um futuro sustentável, saudável e equitativo. Ao colocar as pessoas no centro do design urbano, Speck desafia os paradigmas tradicionais e inspira cidades em todo o mundo a priorizarem o bem-estar dos cidadãos.

Por outro lado, Anthony Downs, um economista e urbanista conhecido por seus estudos sobre o crescimento urbano, mobilidade e dinâmica do mercado imobiliário, em seu trabalho intitulado *Still stuck in traffic: coping with peak-hour traffic congestion* (2004), apresenta uma visão pragmática sobre a relação entre o crescimento das

cidades e a dependência do automóvel. Downs argumenta que essa dependência não é apenas um subproduto do planejamento urbano inadequado, mas uma consequência inevitável do crescimento populacional e econômico nas metrópoles modernas. O trabalho de Downs explora o que ele chama de *paradoxo do congestionamento*, uma teoria que sugere que, à medida que novas infraestruturas viárias são criadas, elas acabam incentivando mais pessoas a usar carros, anulando os benefícios esperados de redução do tráfego. Ele afirma que “a construção de novas rodovias pode aliviar temporariamente o congestionamento, mas, a longo prazo, atrai mais tráfego, levando novamente à saturação” (Downs, 2004, p. 67). Segundo Downs, esse fenômeno está enraizado nas preferências dos indivíduos por conforto, flexibilidade e rapidez oferecidos pelos automóveis. Ele observa que, em cidades em crescimento, “a dependência do carro é uma escolha racional, dadas as limitações de transporte público e o desejo de mobilidade” (Downs, 2004, p. 89).

Downs adota uma abordagem pragmática ao discutir a dependência do automóvel. Ele argumenta que a expansão urbana horizontal, típica de muitas cidades modernas, torna inevitável o uso de veículos individuais como principal meio de transporte. Em suas palavras, “a densidade baixa e a dispersão urbana são fatores que dificultam a implementação eficaz de transporte público” (Downs, 2004, p. 112).

Essa visão contrasta com perspectivas idealistas que sugerem que políticas de transporte público e planejamento urbano poderiam, por si só, eliminar a dependência do carro. Para Downs, “enquanto houver preferência por habitações em áreas suburbanas e estilos de vida que valorizem a privacidade e o espaço, os carros continuarão sendo indispensáveis” (Downs, 2004, p. 118). Embora Downs reconheça a inevitabilidade do uso do automóvel, ele sugere estratégias para mitigar seus impactos negativos, especialmente o congestionamento. Entre as propostas estão cobranças para dirigir em áreas centrais durante horários de pico, incentivando o uso de outros meios de transporte; investimentos em sistemas eficientes e acessíveis, que possam atrair usuários habituais de automóveis; promoção de *carpooling* para reduzir o número de veículos individuais nas estradas; e incentivar a densidade urbana para reduzir as distâncias percorridas diariamente. Downs enfatiza que essas soluções requerem uma combinação de políticas públicas, mudanças

comportamentais e incentivos econômicos. Ele observa que “nenhuma solução isolada resolverá o problema; é necessário um esforço conjunto e contínuo” (Downs, 2004, p. 201).

Downs também discute os impactos da dependência do automóvel em questões ambientais e sociais. Ele aponta que “o aumento no uso de veículos contribui significativamente para a poluição do ar e as emissões de gases de efeito estufa” (Downs, 2004, p. 140). Além disso, o congestionamento afeta a produtividade econômica e a qualidade de vida, tornando essencial a busca por soluções práticas e eficazes.

Anthony Downs oferece uma análise realista sobre o papel do automóvel no crescimento urbano, reconhecendo sua inevitabilidade em um contexto de expansão das cidades. Embora sua abordagem seja pragmática, ela também destaca a importância de mitigar os impactos negativos dessa dependência, por meio de políticas públicas e planejamento urbano eficazes. Sua obra permanece relevante no debate sobre mobilidade urbana, desafiando gestores e planejadores a equilibrar as demandas do crescimento com a necessidade de sustentabilidade.

5. Dimensão infraestrutural e tecnológica

As cidades inteligentes e sustentáveis requerem uma infraestrutura que integre componentes físicos e digitais para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Essa infraestrutura é fundamental para otimizar recursos, promover sustentabilidade e garantir a qualidade de vida dos cidadãos. A construção dessa base exige soluções inovadoras que combinem tecnologia, planejamento urbano e participação comunitária.

5.1. Infraestrutura física

A infraestrutura para cidades inteligentes e sustentáveis é multidimensional, englobando elementos físicos, como transporte e energia, e digitais, como redes de comunicação e gestão de dados. A infraestrutura física de uma cidade inteligente inclui sistemas de transporte público, energia renovável, saneamento e espaços públicos. Para Newman (2020), a infraestrutura urbana deve ser desenhada para reduzir emissões de carbono e promover eficiência energética. Redes de transporte público integradas, como sistemas de BRT e ciclovias, são exemplos de infraestrutura que apoiam tanto a mobilidade sustentável quanto a redução da dependência de automóveis.

5.2. Infraestrutura digital

Redes digitais, como 5G, IoT (Internet das Coisas) e plataformas de *Big Data*, permitem a coleta e análise de informações em tempo real. Ratti (2016) observa que a infraestrutura digital é o coração das cidades inteligentes, conectando sistemas e cidadãos para melhorar a eficiência urbana. Sensores espalhados pela cidade

ajudam a monitorar aspectos como qualidade do ar, consumo de energia e fluxo de tráfego.

5.3. Integração físico-digital

A integração entre os sistemas físicos e digitais é essencial. A infraestrutura deve suportar tecnologias inteligentes que otimizem o uso de recursos naturais e humanos. Segundo Townsend (2013), as cidades inteligentes são aquelas que conseguem sincronizar infraestrutura física e digital para criar ambientes mais resilientes e responsivos.

5.4. Financiamento e implementação

Implementar infraestrutura sustentável exige investimentos elevados. Mazzucato (2021) argumenta que a transição para cidades inteligentes e sustentáveis depende de financiamento público combinado com parcerias inovadoras entre governo e setor privado.

As Parcerias Público-Privadas (PPPs) têm desempenhado um papel crucial na implementação de projetos de cidades inteligentes e sustentáveis em diversas localidades. Essas colaborações permitem a combinação de recursos e expertise do setor privado com a autoridade e o alcance do setor público, resultando em soluções inovadoras para desafios urbanos contemporâneos. A seguir, destacamos alguns projetos exitosos que exemplificam essa sinergia:

a) Projeto Brasil Inteligente, presente em diversos municípios brasileiros. Consiste em ações do Instituto de Planejamento e Gestão de Cidades (IPGC), em parceria com o programa *Connected Smart Cities & Mobility*, e visa auxiliar municípios na transformação em cidades inteligentes por meio de PPPs, oferecendo assessoria integral na estruturação de projetos que integram soluções tecnológicas e sustentáveis, com apoio na qualificação de gestores para atrair investimentos privados em infraestrutura e desenvolvimento de projetos que englobam desde iluminação pública inteligente até infraestrutura de telecomunicações;

b) Parceria entre o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)

e a American Tower do Brasil, presente em municípios brasileiros com cobertura da Rede LoRa. Em 2022, o MDR firmou um protocolo de intenções com a American Tower do Brasil para fomentar PPPs voltadas à implementação de soluções de cidades inteligentes. A parceria prevê o compartilhamento de informações e experiências, além do apoio na elaboração de estudos para a estruturação de projetos. Como resultados, houve o desenvolvimento de projetos-pilotos com planejamento de aplicações tecnológicas, como sistemas de prevenção de desastres naturais, utilizando a infraestrutura existente da Rede LoRa e a disponibilização de redes de comunicação para municípios, facilitando a implementação de soluções de Internet das Coisas (IoT); e

c) Projeto de Iluminação Pública Inteligente em Parceria com o PPI. As Experiências demonstram que as PPPs podem ser um dos instrumentos na promoção de cidades inteligentes e sustentáveis. A colaboração entre setores público e privado possibilita a alavancagem de recursos, a inovação tecnológica e a melhoria na prestação de serviços urbanos, resultando em ambientes mais eficientes e resilientes para a população.

5.5. Inclusão digital e social

A exclusão digital é um obstáculo significativo. Nem todas as populações têm acesso a tecnologias essenciais para usufruir dos benefícios das cidades inteligentes. Para Sassen (2015), a infraestrutura digital deve ser projetada para incluir as comunidades marginalizadas, garantindo acesso igualitário.

5.6. Resiliência e sustentabilidade

As cidades precisam ser resilientes a mudanças climáticas e desastres naturais. Jeffrey Sachs destaca que “a infraestrutura urbana deve ser adaptável e capaz de enfrentar eventos extremos, promovendo sustentabilidade a longo prazo” (Sachs, 2015). Diversas metrópoles têm implementado soluções inovadoras que combinam tecnologia avançada com práticas sustentáveis para enfrentar desafios urbanos contemporâneos, são elas:

a) Oslo, Noruega, é pioneira na promoção de veículos elétricos, oferecendo ampla infraestrutura de recarga e incentivos fiscais. Além disso, a cidade investe em transporte público eficiente e ciclovias para reduzir a dependência de automóveis. A cidade utiliza predominantemente energia hidroelétrica, garantindo uma matriz energética limpa e sustentável, também implementou sistemas de coleta de lixo automatizados e incentiva a reciclagem, visando minimizar o impacto ambiental. Obteve significativa redução nas emissões de CO₂, posicionando Oslo como líder em sustentabilidade urbana e contribuindo para melhoria na qualidade do ar e aumento da mobilidade sustentável entre os cidadãos;

b) Singapura utiliza sistemas automatizados para otimizar a coleta e reciclagem de resíduos, incluindo lixeiras equipadas com sensores que monitoram o nível de lixo. A cidade implementou pedágios eletrônicos para gerenciar o congestionamento e incentiva o uso de transporte público eficiente, como ônibus autônomos e programas de compartilhamento de bicicletas. Singapura adota tecnologias avançadas para monitorar a qualidade do ar e gerenciar recursos hídricos, garantindo um ambiente saudável para seus habitantes. Nos últimos anos obteve redução significativa do congestionamento urbano e melhoria na eficiência do transporte público, com avanços na qualidade ambiental e na gestão sustentável dos recursos naturais;

c) Barcelona, Espanha, instalou sensores para monitorar o tráfego, a qualidade do ar e o consumo de energia, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos urbanos. A cidade utiliza sistemas de iluminação que ajustam a intensidade luminosa conforme a presença de pedestres, economizando energia e, por meio de plataformas digitais, os moradores podem participar ativamente das decisões urbanas, promovendo uma governança mais inclusiva. Como resultados parciais, obteve aumento da eficiência energética e redução dos custos operacionais urbanos, maior engajamento da população nas políticas públicas e melhoria na qualidade de vida; e

d) Em Copenhague, Dinamarca, há a promoção do uso de bicicletas como principal meio de transporte, com infraestrutura dedicada e programas de incentivo, a cidade investe em energia eólica e outras fontes renováveis, visando neutralizar suas emissões de carbono e implementou sistemas inovadores para lidar com inundações,

incluindo parques que funcionam como reservatórios temporários. Obteve reconhecimento global como uma das cidades mais sustentáveis, com metas ambiciosas de neutralidade de carbono e resiliência aprimorada frente às mudanças climáticas e eventos climáticos extremos.

5.7. *Smart grids* e redes inteligentes

Os *smart grids*, ou redes elétricas inteligentes, são sistemas avançados de distribuição de energia elétrica que utilizam tecnologias digitais e automação para gerenciar, monitorar e otimizar o fluxo de energia entre geradores, consumidores e dispositivos conectados. Em cidades inteligentes, essas redes desempenham um papel essencial ao integrar eficiência energética, sustentabilidade e resiliência no fornecimento de energia. Algumas vantagens dos *smart grids* são:

a) A presença de sensores e dispositivos IoT (Internet das Coisas), que monitoram continuamente o consumo de energia, permitindo identificar falhas, sobrecargas ou interrupções na rede. Os dados são enviados a centros de controle, onde algoritmos analisam padrões e ajustam o sistema automaticamente;

b) Bidirecionalidade, diferentemente das redes elétricas tradicionais, que operam em um fluxo unidirecional (do gerador para o consumidor), os *smart grids* permitem um fluxo bidirecional. Isso significa que consumidores que produzem sua própria energia, como por meio de painéis solares, podem injetar energia excedente na rede;

c) A automação e controle remoto garante que a distribuição de energia seja ajustada em tempo real com base na demanda, reduzindo desperdícios e maximizando a eficiência;

d) Integração de fontes renováveis, os *smart grids* são projetados para integrar fontes de energia renovável, como solar e eólica, que apresentam variabilidade na geração. Eles ajustam o fornecimento para equilibrar a oferta e a demanda; e

e) Os usuários podem acessar informações detalhadas sobre seu consumo de energia por meio de medidores inteligentes (*Smart*

Meters). Isso permite que ajustem seu uso para horários de menor demanda, reduzindo custos e sobrecarga no sistema.

5.8. Coleta e transmissão de dados

O avanço das tecnologias digitais e de comunicação tem permitido a integração de sensores em diversos pontos da infraestrutura urbana, transformando a gestão energética em um dos pilares das cidades inteligentes. Sensores instalados em subestações, postes de iluminação pública e medidores inteligentes possibilitam o monitoramento contínuo de variáveis como consumo de energia, tensão, corrente elétrica e detecção de falhas na rede. Esses dispositivos, ao capturar dados em tempo real, criam uma base sólida para o gerenciamento dinâmico e preditivo do sistema elétrico (Güngör *et al.*, 2011). A transmissão das informações coletadas ocorre por meio de redes de comunicação de alta capacidade, como fibra óptica e, mais recentemente, redes móveis de quinta geração (5G). Essa integração entre infraestrutura física e sistemas digitais favorece a redução de perdas técnicas, a identificação rápida de anomalias e o fornecimento de energia de forma mais eficiente e sustentável (Boudi *et al.*, 2022).

O uso de 5G, em especial, amplia a capacidade de resposta em tempo real devido à baixa latência, o que é crucial para aplicações críticas, como restabelecimento de energia em situações emergenciais (Li *et al.*, 2020). Do ponto de vista das cidades inteligentes, os benefícios ultrapassam a dimensão técnica. A adoção de sensores e medidores inteligentes permite a participação ativa do consumidor no processo de gestão da energia, por meio da visualização de seu próprio consumo e da possibilidade de integrar-se a programas de eficiência energética. Essa abordagem reforça o conceito de *prosumer*, no qual o cidadão não é apenas consumidor, mas também produtor de energia, principalmente em contextos de geração distribuída (Almeida & Andrade, 2020).

Adicionalmente, os dados gerados pela rede de sensores alimentam plataformas de análise baseadas em inteligência artificial e *Big Data*, capazes de identificar padrões de consumo, prever demandas futuras e otimizar o despacho de energia elétrica. Essa inteligência

operacional contribui não apenas para maior confiabilidade do sistema, mas também para a sustentabilidade ambiental, ao reduzir desperdícios e incentivar o uso de fontes renováveis (Fang *et al.*, 2012).

Em síntese, a presença de sensores em pontos estratégicos da rede elétrica, integrados a sistemas de comunicação avançados, é fundamental para o funcionamento das cidades inteligentes. Tais tecnologias permitem maior eficiência energética, segurança no fornecimento e engajamento social, configurando-se como elemento central na construção de ambientes urbanos mais resilientes e sustentáveis.

5.9. Análise de dados e tomada de decisão

O crescimento das cidades inteligentes está diretamente associado à adoção de tecnologias digitais capazes de processar e interpretar grandes volumes de dados em tempo real. Entre essas ferramentas, destacam-se os algoritmos de inteligência artificial (IA), que desempenham papel estratégico no gerenciamento energético urbano. Por meio de técnicas como aprendizado de máquina e redes neurais, os algoritmos conseguem analisar informações coletadas por sensores e medidores inteligentes, oferecendo suporte à tomada de decisão em tempo real (Wang *et al.*, 2019).

Um dos principais usos da IA nesse contexto é a previsão de picos de demanda de energia. Modelos preditivos processam dados históricos e variáveis externas, como condições climáticas e padrões de consumo, antecipando sobrecargas no sistema elétrico. Essa capacidade de previsão permite aos operadores planejar estratégias preventivas, evitando apagões e reduzindo custos operacionais (Mohammadi & Meidani, 2020).

Outro aspecto fundamental é a identificação de áreas com perdas energéticas, sejam elas técnicas, como perdas por aquecimento nos cabos, ou não técnicas, como furtos de energia. Algoritmos de aprendizado supervisionado e não supervisionado têm se mostrado eficazes na detecção de anomalias no fluxo elétrico, contribuindo para maior confiabilidade e segurança do sistema (Chakraborty *et al.*, 2021).

Além disso, os sistemas de IA otimizam o fluxo energético, equilibrando a oferta e a demanda de forma dinâmica. Essa otimização

é especialmente relevante em cenários de geração distribuída e inserção de fontes renováveis, como solar e eólica, que apresentam intermitência na produção. Ao integrar dados em tempo real, os algoritmos ajustam a distribuição energética, garantindo maior eficiência e sustentabilidade (Al-Awami *et al.*, 2021).

Portanto, o uso de algoritmos baseados em inteligência artificial no gerenciamento energético das cidades inteligentes representa um avanço significativo rumo à eficiência, confiabilidade e sustentabilidade urbana. Ao prever picos de demanda, identificar falhas e otimizar o fluxo de energia, a IA não apenas fortalece a infraestrutura elétrica, mas também reforça a transição para um modelo energético mais resiliente e inteligente.

5.10. Distribuição inteligente

A transformação das cidades em ambientes inteligentes tem exigido a modernização das infraestruturas críticas, entre elas a rede elétrica. Nesse contexto, a automação da distribuição de energia assume papel estratégico, permitindo que a rede ajuste automaticamente o fornecimento para áreas com maior demanda ou redirecione o fluxo elétrico diante de falhas e interrupções. Tal dinâmica garante não apenas maior eficiência energética, mas também confiabilidade no fornecimento, aspecto essencial para a vida urbana contemporânea (Gungor *et al.*, 2011).

O princípio central desse processo está associado ao conceito de *self-healing grid* (rede autorrecuperável), que utiliza sensores, algoritmos e dispositivos de controle distribuídos para identificar falhas em tempo real e restabelecer o fornecimento de energia de forma quase imediata. Quando ocorre uma sobrecarga ou interrupção, o sistema reconfigura automaticamente os circuitos, isolando o trecho afetado e mantendo o fornecimento para os demais consumidores, reduzindo significativamente o tempo de indisponibilidade (Liu *et al.*, 2012).

Outro aspecto fundamental é a gestão adaptativa da demanda. Através da análise de dados provenientes de medidores inteligentes, a rede consegue identificar regiões com maior consumo e redistribuir

a energia de forma otimizada. Esse recurso é especialmente importante em horários de pico, evitando sobrecargas e minimizando riscos de apagões (Fang *et al.*, 2012). Além disso, a integração de tecnologias de comunicação, como fibra óptica e redes 5G, garante a baixa latência necessária para decisões automáticas em escala de segundos (Boudi *et al.*, 2022).

A automação da rede também favorece a inserção de fontes renováveis e descentralizadas de energia, como a solar e a eólica, que apresentam variações intermitentes. O ajuste dinâmico da distribuição assegura que a energia excedente seja redirecionada para áreas em necessidade, ao mesmo tempo em que estabiliza o sistema quando há queda súbita de geração (Al-Awami *et al.*, 2021).

Dessa forma, a capacidade da rede de ajustar automaticamente o fornecimento e redirecionar fluxos elétricos reforça o caráter resiliente e sustentável das cidades inteligentes. Trata-se de um avanço tecnológico que não apenas melhora a eficiência operacional, mas também garante maior segurança energética e qualidade de vida para os cidadãos.

5.11. Integração com consumidores

O avanço das tecnologias de geração distribuída tem transformado os consumidores em protagonistas do setor energético. Por meio de sistemas como painéis solares fotovoltaicos e baterias domésticas, o cidadão deixa de ser apenas usuário passivo e passa a desempenhar o papel de *prosumer* – simultaneamente produtor e consumidor de energia (Almeida & Andrade, 2020). Essa mudança de paradigma possibilita a criação de um sistema energético mais descentralizado, resiliente e sustentável, característica central das cidades inteligentes.

A energia gerada em unidades residenciais ou comerciais, quando não consumida imediatamente, pode ser armazenada em baterias domésticas de íon-lítio ou em outras tecnologias emergentes de armazenamento. Esse recurso amplia a autonomia energética dos consumidores, permitindo que utilizem a eletricidade em horários de pico ou durante falhas na rede (Luthander *et al.*, 2015). Além disso, a integração de sistemas de gerenciamento baseados em

inteligência artificial possibilita a otimização do uso local da energia, reduzindo custos e aumentando a eficiência (Siano, 2014).

Um aspecto fundamental desse modelo é a possibilidade de injetar o excedente energético na rede elétrica, por meio de sistemas de compensação de créditos ou programas de tarifa *feed-in*. Esse mecanismo não apenas gera retorno econômico ao consumidor, mas também contribui para o equilíbrio da rede, uma vez que a produção descentralizada reduz a pressão sobre usinas centralizadas e melhora a estabilidade do sistema (Cheng *et al.*, 2020).

A descentralização da geração ainda favorece a inserção de fontes renováveis intermitentes, como a solar, ao diversificar os pontos de injeção de energia e reduzir as perdas em longas linhas de transmissão. Assim, o prosumidor torna-se elemento estratégico na transição energética, ao contribuir diretamente para a descarbonização da matriz elétrica e para o fortalecimento da sustentabilidade urbana (Parag & Sovacool, 2016). Em síntese, os consumidores que geram e armazenam sua própria energia e comercializam o excedente configuram um modelo inovador de participação social na gestão energética. Esse sistema descentralizado amplia a resiliência das cidades inteligentes, democratiza o acesso a soluções sustentáveis e redefine as relações entre sociedade, tecnologia e infraestrutura elétrica.

Os *smart grids* são a espinha dorsal das cidades inteligentes quando se trata de energia. Ao integrar tecnologia avançada, automação e fontes renováveis, essas redes não apenas garantem o fornecimento eficiente e sustentável de energia, mas também capacitam os cidadãos a participarem ativamente da gestão energética. Eles são uma solução chave para enfrentar os desafios do crescimento urbano e das mudanças climáticas.

6. Dimensão socioeconômica

As cidades inteligentes e sustentáveis são frequentemente associadas ao uso de tecnologia e inovação para otimizar serviços urbanos. Contudo, seus aspectos socioeconômicos e culturais desempenham um papel central na construção de espaços urbanos inclusivos, resilientes e capazes de promover a qualidade de vida. Esses fatores vão além das soluções tecnológicas, envolvendo a integração social, o desenvolvimento econômico equilibrado e a valorização da diversidade cultural.

As cidades inteligentes precisam combater a exclusão digital e social. Isso inclui o acesso universal à internet e a capacitação digital para populações vulneráveis. Sassen (2015) observa que “o acesso desigual à tecnologia pode aprofundar a marginalização de comunidades, mas, se bem gerido, pode atuar como um meio de inclusão e empoderamento” (Sassen, 2015, p. 128). Exemplos como o Programa Cidades Digitais, no Brasil, mostram como iniciativas públicas podem reduzir a exclusão digital e conectar comunidades desfavorecidas à economia digital.

6.1. Desenvolvimento econômico sustentável

A economia de uma cidade inteligente deve estar alinhada à sustentabilidade, promovendo indústrias verdes, inovação tecnológica e economia criativa. Mariana Mazzucato argumenta que “as cidades inteligentes devem priorizar investimentos em setores que promovam inovação e bem-estar coletivo, ao invés de lucros imediatos” (Mazzucato, 2021, p. 87). Iniciativas como o *Green City Hamburg*, na Alemanha, combinam tecnologia e políticas públicas para fomentar indústrias sustentáveis. As cidades inteligentes criam novos mercados de trabalho em setores como tecnologia, energia renovável e infraestrutura urbana. No entanto, é essencial que políticas públicas promovam capacitação profissional para evitar exclusão do mercado de trabalho em setores menos qualificados.

6.2. Dimensão cultural: diversidade e identidade urbana

Cidades inteligentes devem preservar sua identidade cultural enquanto incorporam inovação tecnológica. Jane Jacobs (1961) enfatizou que “a vitalidade urbana nasce da diversidade cultural, econômica e social, que deve ser protegida e incentivada” (Jacobs, 1961, p. 210). Em Barcelona, o uso de tecnologias em projetos culturais, como o *Smart Cultural Heritage*, integra inovação com a preservação de patrimônio histórico. As *smart cities* devem promover a participação ativa dos cidadãos em processos de decisão. Plataformas digitais podem facilitar o engajamento comunitário, criando um modelo de governança mais inclusivo. Segundo Ratti, “A cidade inteligente não é aquela que apenas adota tecnologias, mas aquela que promove a cidadania ativa por meio delas” (Ratti, 2016, p. 54). O exemplo de Medellín, na Colômbia, destaca como a cultura pode ser integrada ao planejamento urbano por meio de bibliotecas públicas e espaços culturais.

A dimensão cultural está intrinsecamente ligada à educação. *smart cities* bem-sucedidas investem em educação inclusiva e tecnologia como ferramentas para promover a igualdade de oportunidades. Estocolmo é um exemplo de cidade que utiliza tecnologia para integrar educação e cultura.

6.3. Exemplos de cidades que integram dimensões socioeconômicas e culturais

1. **Copenhague, Dinamarca:** promove a mobilidade sustentável e a integração social por meio de ciclovias, transporte público acessível e espaços públicos vibrantes.
2. **Medellín, Colômbia:** reconhecida por integrar tecnologia com inclusão social, promovendo o acesso a serviços essenciais e transformando áreas vulneráveis com projetos culturais.
3. **Songdo, Coreia do Sul:** uma cidade inteligente construída do zero que combina eficiência tecnológica com uma abordagem cultural, criando espaços para interação social.

As dimensões socioeconômicas e culturais são pilares essenciais para o sucesso das cidades inteligentes e sustentáveis. Sem uma abordagem que priorize a inclusão, a equidade e a valorização da diversidade, as soluções tecnológicas podem se tornar ferramentas de exclusão. A integração dessas dimensões ao planejamento urbano é fundamental para que as cidades inteligentes se tornem verdadeiramente humanas e resilientes.

6.4. Inclusão social e redução de desigualdades

A discussão sobre inclusão social e redução das desigualdades apresenta-se como um dos eixos centrais para compreender os desafios do desenvolvimento contemporâneo. Amartya Sen (2000) destaca que o desenvolvimento não pode ser entendido apenas pelo viés econômico, mas pela ampliação das liberdades reais dos indivíduos. Nesse sentido, a inclusão social constitui elemento indispensável para um modelo de desenvolvimento sustentável, pois garante acesso à educação, à saúde e à participação política, fatores que ampliam as capacidades humanas e permitem maior igualdade de oportunidades.

Na mesma linha, Edward Glaeser (2011) analisa o papel das cidades como polos de oportunidades econômicas. Para o autor, o ambiente urbano, quando estruturado de forma inclusiva, potencializa a inovação e o crescimento econômico, na medida em que possibilita a interação entre diferentes grupos sociais e amplia o acesso ao mercado de trabalho. A inclusão, nesse contexto, não se limita à assistência social, mas está ligada diretamente à criação de condições para que a mobilidade social ocorra por meio da economia urbana.

Em contrapartida, Thomas Sowell (2004) demonstra ceticismo em relação a políticas públicas voltadas à inclusão social. Para o autor, medidas governamentais excessivamente intervencionistas podem produzir efeitos contrários aos esperados, criando dependência em vez de autonomia. Sowell critica especialmente políticas de ação afirmativa, defendendo que tais iniciativas podem perpetuar desigualdades ao invés de reduzi-las, uma vez que deslocam o foco das capacidades individuais para critérios de grupo.

Dessa forma, enquanto Sen e Glaeser sustentam que a inclusão é fundamento essencial para o desenvolvimento sustentável e para a dinamização das economias urbanas, Sowell alerta para os riscos de políticas mal desenhadas que, sob o pretexto de inclusão, possam fragilizar incentivos ao mérito e à autonomia individual. O debate entre essas perspectivas reflete a complexidade do tema e evidencia a necessidade de políticas equilibradas, capazes de conciliar justiça social e eficiência econômica.

6.5. Economia criativa e desenvolvimento inovador

A economia criativa tem se consolidado nas últimas décadas como um dos principais eixos de debate sobre desenvolvimento urbano e inovação. John Howkins (2013) foi um dos pioneiros a destacar a relevância da criatividade como recurso econômico, defendendo que setores criativos como design, moda, música e audiovisual podem impulsionar o crescimento urbano e a geração de empregos qualificados. Para o autor, a criatividade deve ser reconhecida como um capital produtivo fundamental, capaz de transformar cidades em polos globais de inovação e competitividade.

Nessa mesma linha, Richard Florida (2011) associa o desenvolvimento inovador à chamada “classe criativa”, grupo composto por profissionais ligados à tecnologia, artes, ciência e cultura. Florida argumenta que a concentração dessa classe em determinados centros urbanos gera um ciclo virtuoso de inovação, investimento e dinamismo econômico. Para ele, políticas públicas que estimulem a diversidade, a tolerância e a atratividade urbana são essenciais para consolidar cidades criativas e inovadoras. Por outro lado, David Graeber (2018) oferece uma crítica contundente às promessas associadas à economia criativa. Segundo o autor, esse modelo pode mascarar a precarização do trabalho e criar expectativas superficiais de crescimento, sustentadas mais pelo discurso do que por transformações estruturais na economia. Em suas análises, Graeber enfatiza que muitas das ocupações enquadradas como “criativas” reproduzem desigualdades e podem estar vinculadas a empregos de baixa estabilidade, inseridos em uma lógica de consumo simbólico mais do que de inovação substantiva.

Assim, enquanto Howkins e Florida destacam a centralidade da economia criativa para o desenvolvimento urbano e inovador, Graeber adverte para o risco de uma *retórica da criatividade* que, em vez de transformar, apenas reforça contradições do capitalismo contemporâneo. A tensão entre essas visões evidencia que o debate sobre economia criativa não pode ser reduzido a uma narrativa unívoca, exigindo análises críticas que conciliem inovação com justiça social e sustentabilidade.

6.6. A cidade como espaço para o empreendedorismo

O papel das cidades no fomento ao empreendedorismo tem sido alvo de intenso debate nas últimas décadas, à medida que o espaço urbano se consolidou como centro de inovação, geração de empregos e criação de oportunidades. Para Zoltan Acs (2006), as cidades funcionam como ecossistemas fundamentais para o desenvolvimento do empreendedorismo, pois reúnem capital humano, infraestrutura e redes de conhecimento que estimulam a criação de novos negócios. O autor enfatiza que a densidade urbana e a diversidade cultural são condições favoráveis para a difusão de ideias inovadoras, tornando as cidades protagonistas no crescimento econômico.

De modo complementar, Bruce Katz (2018) analisa os *hubs* urbanos como catalisadores de desenvolvimento econômico, destacando que áreas metropolitanas concentram recursos estratégicos que ampliam o potencial empreendedor. Segundo Katz, políticas públicas voltadas para a inovação urbana, como a criação de distritos tecnológicos e parcerias entre universidades, empresas e governos locais fortalecem a capacidade das cidades de promover novos negócios e ampliar a competitividade global.

Entretanto, críticas a essa visão também emergem. Mike Davis (2006) alerta para os riscos de se considerar o empreendedorismo urbano como solução universal para os problemas sociais. O autor argumenta que, em muitos casos, a promoção do empreendedorismo em contextos urbanos pode gerar exclusão de populações vulneráveis, sobretudo em cidades marcadas por profundas desigualdades

sociais. Para Davis, a retórica do empreendedorismo pode reforçar processos de gentrificação, precarização do trabalho e marginalização de comunidades periféricas, ampliando a desigualdade ao invés de reduzi-la. Dessa forma, enquanto Acs e Katz ressaltam o papel central das cidades na promoção do empreendedorismo como motor de crescimento e inovação, Davis chama atenção para os limites e contradições dessa perspectiva. O debate evidencia que pensar a cidade como espaço para o empreendedorismo exige um olhar crítico e multidimensional, que concilie dinamismo econômico com inclusão social.

7. Dimensão tecnológica

O avanço das tecnologias digitais transformou as cidades em laboratórios vivos para a implementação da Internet das Coisas (IoT) e da conectividade total. Kevin Ashton (2009), pioneiro no conceito de IoT, defende que a integração de sensores, dispositivos e redes pode revolucionar a gestão urbana, permitindo maior eficiência em áreas como mobilidade, energia, segurança e sustentabilidade. Para o autor, as cidades inteligentes representam a materialização prática da IoT, ao utilizar dados em tempo real para otimizar serviços e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

Nessa mesma linha, Adam Greenfield (2013) analisa a centralidade da conectividade total nos ambientes urbanos contemporâneos. Para ele, a IoT, quando aplicada às cidades, pode ampliar a participação social, oferecer novos serviços digitais e criar ecossistemas de inovação baseados em redes interconectadas. A visão de Greenfield destaca o potencial da tecnologia para tornar o espaço urbano mais inclusivo, responsivo e capaz de lidar com os desafios complexos do século XXI.

Em contraponto, Evgeny Morozov (2013) apresenta críticas contundentes às promessas associadas à IoT e à conectividade total. Segundo o autor, essas iniciativas frequentemente ocultam riscos éticos e políticos, sobretudo relacionados à privacidade e ao controle social. Morozov alerta que a coleta massiva de dados em cidades inteligentes pode favorecer grandes corporações e governos autoritários, em detrimento da autonomia individual e da democracia. Assim, para o autor, o entusiasmo em torno da IoT deve ser moderado por uma reflexão crítica sobre seus impactos sociais.

Dessa forma, enquanto Ashton e Greenfield enxergam na IoT um caminho para a inovação e para o fortalecimento das cidades inteligentes, Morozov enfatiza a necessidade de cautela diante de seus riscos potenciais. O debate em torno da conectividade total no espaço urbano revela, portanto, tanto a promessa de progresso

tecnológico quanto os dilemas éticos que precisam ser enfrentados para que o desenvolvimento seja equilibrado e sustentável.

7.1. *Big data* e inteligência artificial em serviços urbanos

O uso do *big data* e da inteligência artificial (IA) em serviços urbanos tem se tornado um dos principais eixos de debate sobre o futuro das cidades. Viktor Mayer-Schönberger (2013) destaca o potencial transformador do *Big Data*, defendendo que a análise massiva de dados possibilita uma gestão urbana mais eficiente, capaz de otimizar desde o transporte público até o uso de energia. Para o autor, as cidades que souberem utilizar dados em grande escala terão condições de responder de forma mais rápida e precisa às demandas sociais, econômicas e ambientais.

De modo complementar, Kai-Fu Lee (2018) explora o impacto positivo da IA na organização e no funcionamento das cidades. Para ele, a aplicação de algoritmos inteligentes em setores como mobilidade, segurança e saúde pública pode não apenas melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, mas também promover o desenvolvimento sustentável e inclusivo. A IA, segundo Lee, representa um instrumento central para transformar os centros urbanos em ecossistemas mais inteligentes, interconectados e responsivos.

Em contrapartida, Shoshana Zuboff (2019) apresenta uma crítica contundente ao uso indiscriminado do *big data* e da IA em contextos urbanos, alertando para os riscos do que denomina *capitalismo de vigilância*. De acordo com a autora, a coleta massiva e contínua de dados sobre os cidadãos pode transformar as cidades em espaços de monitoramento permanente, restringindo liberdades individuais e concentrando poder em grandes corporações tecnológicas. Zuboff enfatiza que, sob a justificativa de eficiência, a vigilância digital ameaça valores democráticos fundamentais.

Assim, enquanto Mayer-Schönberger e Lee ressaltam os benefícios do *big data* e da IA para a modernização e eficiência das cidades, Zuboff chama a atenção para os riscos éticos e sociais da hiperconectividade. O debate, portanto, evidencia que a implementação dessas

tecnologias deve ser acompanhada de regulamentações e salvaguardas que conciliem inovação com proteção dos direitos individuais.

As cidades contemporâneas enfrentam desafios crescentes no gerenciamento de recursos essenciais como energia e água, em função do crescimento populacional, da urbanização acelerada e das mudanças climáticas. Nesse contexto, o uso de *big data* e Inteligência Artificial (IA) tem emergido como alternativa estratégica para otimizar serviços urbanos e tornar os centros urbanos mais sustentáveis.

O consumo global de energia apresentou aumento de 2,2% em 2024, comparando com 2023, acima da média da década anterior. Esse crescimento esteve relacionado a temperaturas extremas, maior demanda por refrigeração, eletrificação de setores como transportes e expansão de infraestruturas digitais de alto consumo, como *data centers* e aplicações de IA (Enerdata, 2024).

Nas cidades, os edifícios se destacam como principais consumidores. De acordo com a International Energy Agency (IEA, 2022), as operações prediais representam cerca de 30% do consumo final de energia global, número que pode chegar a 34% quando considerada a energia incorporada em materiais de construção.

No setor hídrico, soluções baseadas em *big data* e IA vêm apresentando resultados expressivos. Um estudo recente realizado na Espanha com redes urbanas de abastecimento de água, empregando sensores inteligentes e modelos de regressão, alcançou até 96,62% de eficiência no sistema, com baixo índice de erro (Sensors, 2024). Além disso, iniciativas em indústrias como torres de resfriamento já utilizam IA para otimizar a recirculação, reduzir perdas e controlar a qualidade da água em tempo real (ASCE, 2025).

Entretanto, a incorporação dessas tecnologias traz também riscos significativos. A utilização de água por *data centers* é um exemplo. Em Sydney, esses centros consomem aproximadamente 3,5 bilhões de litros de água potável por ano, e há projeções de que possam utilizar até 25% do abastecimento urbano anual até 2035, caso não haja regulação adequada (ABC NEWS, 2025). Esse dado revela a contradição entre ganhos de eficiência e pressões adicionais sobre recursos escassos. Assim, os dados atuais indicam que *big data* e

IA podem ser ferramentas essenciais para o aprimoramento da gestão urbana de energia e água. Contudo, os riscos associados à alta demanda energética de infraestruturas digitais, ao uso intensivo de água e à concentração de poder em grandes corporações tecnológicas exigem regulamentação e planejamento criteriosos. A implementação de *big data* e IA em serviços urbanos apresenta-se como um caminho promissor para enfrentar os desafios relacionados ao consumo de energia e água. Por um lado, essas tecnologias podem otimizar sistemas, reduzir perdas e oferecer soluções preditivas; por outro, podem ampliar a pressão sobre recursos naturais, especialmente em função da infraestrutura necessária para seu funcionamento. Dessa forma, a construção de cidades inteligentes deve ser acompanhada de políticas públicas sólidas que garantam sustentabilidade, equidade no acesso e respeito aos limites ambientais.

7.2. Segurança cibernética e privacidade

Com o avanço das tecnologias digitais e a crescente transformação das cidades em ambientes inteligentes, a segurança cibernética e a privacidade tornaram-se dimensões centrais no debate sobre governança urbana. A digitalização de serviços públicos, o uso de sensores e câmeras inteligentes e a integração de dados em larga escala ampliam a eficiência da gestão, mas também expõem cidadãos e governos a vulnerabilidades digitais. Assim, autores contemporâneos divergem quanto ao equilíbrio entre segurança, inovação e liberdade individual. Nos últimos anos, ataques cibernéticos contra infraestruturas críticas têm se tornado cada vez mais frequentes e sofisticados, atingindo desde sistemas de energia e água até serviços financeiros digitais. Esses incidentes não apenas comprometem a segurança operacional, mas também colocam em risco a saúde pública, a economia e a confiança da população nos serviços urbanos essenciais.

Um caso emblemático ocorreu na Noruega, em abril de 2025, quando hackers associados ao Estado russo assumiram o controle de uma barragem em Bremanger, liberando água por quatro horas. O episódio demonstrou a vulnerabilidade de sistemas hidrelétricos a invasões digitais (Reuters, 2025). Situação semelhante foi registrada nos Estados Unidos, quando a American Water, uma das maiores

companhias de água e esgoto, sofreu um ataque que comprometeu sistemas de faturamento, ainda que sem afetar diretamente a qualidade da água distribuída (CNBC, 2024).

Relatórios também indicam que os ataques a empresas de água e eletricidade têm se intensificado. Segundo pesquisa publicada em 2025, 62% das operadoras dos Estados Unidos e Reino Unido foram alvo de ataques cibernéticos no último ano, e em 54% dos casos houve corrupção ou destruição permanente de dados (PR NEWSWIRE, 2025).

No Brasil, episódios recentes reforçam essa tendência. Em março de 2025, o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), ligado à Comissão Nacional de Energia Nuclear, sofreu tentativa de invasão que impactou a produção e distribuição de radiofármacos essenciais, ainda que sem risco radiológico imediato (Cybermaterial, 2025). Poucos meses depois, um ataque à empresa C&M Software, provedora de serviços para o sistema PIX, levou o Banco Central à suspender parte de suas operações, evidenciando vulnerabilidades no setor financeiro (Intellinews, 2025).

Esses episódios revelam que as cidades contemporâneas, cada vez mais digitalizadas, enfrentam o desafio de equilibrar inovação tecnológica e segurança cibernética. A frequência e a gravidade dos incidentes demonstram a necessidade de políticas robustas de prevenção, monitoramento contínuo e fortalecimento da resiliência digital.

Bruce Schneier (2015) é um dos principais defensores de políticas robustas de segurança digital nas cidades atuais. Para o autor, a vulnerabilidade de infraestruturas críticas – como redes de energia, transporte e saúde – exige uma abordagem sistêmica de proteção cibernética, que inclua regulamentação, criptografia e mecanismos de governança digital. A ausência de medidas adequadas, segundo Schneier, pode comprometer não apenas serviços urbanos, mas também a própria confiança dos cidadãos nos sistemas tecnológicos.

De forma complementar, Dan Geer (2014) ressalta a urgência da proteção cibernética em ambientes urbanos hiperconectados. Para ele, a interdependência entre sistemas digitais e físicos coloca as cidades em risco de ataques que podem gerar grandes impactos sociais e econômicos. Geer argumenta que, na era dos dados massivos, a segurança deve ser tratada como prioridade estratégica, uma vez que falhas podem afetar milhões de pessoas simultaneamente.

Em contrapartida, Andrew Keen (2015) critica a ênfase excessiva em segurança digital e alerta para possíveis efeitos colaterais. Segundo o autor, o foco exacerbado em proteção pode comprometer a inovação tecnológica, burocratizando processos e restringindo a criatividade de empreendedores e desenvolvedores. Além disso, Keen adverte que políticas muito rígidas podem reduzir a abertura da internet, enfraquecendo a diversidade e a experimentação que historicamente sustentaram o progresso digital.

Dessa forma, enquanto Schneier e Geer sustentam que a segurança cibernética e a privacidade são elementos estruturantes da cidade contemporânea, Keen aponta para os riscos de um paradigma de *hipersegurança* que pode frear a inovação. O debate demonstra a necessidade de equilibrar medidas de proteção com a manutenção de ambientes urbanos dinâmicos e inovadores.

As cidades atuais são laboratórios de experimentação digital, mas também espaços vulneráveis a ameaças cibernéticas. Nesse cenário, a segurança digital e a privacidade configuram-se como pilares de confiança entre governos, empresas e cidadãos. Contudo, como destacam as divergências entre os autores analisados, é preciso adotar uma abordagem equilibrada: políticas públicas e mecanismos de segurança são indispensáveis, mas não devem se tornar barreiras para a inovação tecnológica e para a abertura das redes digitais.

8. Dimensão cultural

As cidades contemporâneas enfrentam um dilema entre a necessidade de modernização e a preservação de seu patrimônio cultural. Esse debate é fundamental, pois envolve não apenas a dimensão arquitetônica e histórica, mas também aspectos sociais, identitários e econômicos. A Unesco tem desempenhado papel central na defesa da preservação cultural em áreas urbanas, considerando o patrimônio material e imaterial como elemento essencial para o desenvolvimento sustentável. De acordo com a instituição, “a proteção do patrimônio cultural urbano contribui para a coesão social, o turismo responsável e o fortalecimento das identidades locais” (Unesco, 2016).

Na mesma linha, Ash Amin (2006) destaca que o patrimônio urbano está diretamente relacionado à formação do senso de pertencimento e identidade coletiva dos cidadãos. Para ele, os espaços históricos e culturais funcionam como *infraestruturas de significado*, capazes de conectar comunidades e fortalecer os laços sociais no contexto das grandes cidades. Entretanto, existem críticas em relação a esse movimento de preservação. Koolhaas (2014) argumenta que a obsessão pela preservação pode resultar em um congelamento urbano, limitando processos de renovação e inovação arquitetônica. Para Koolhaas, o excesso de regulamentações em torno do patrimônio pode transformar as cidades em museus estáticos, dificultando a adaptação a novas demandas tecnológicas, sociais e econômicas.

8.1. O caso do Cais José Estelita em Recife: patrimônio cultural e conflitos urbanos

O Cais José Estelita, localizado no centro histórico de Recife, tornou-se palco de um dos principais conflitos urbanos do Brasil na última década. A área, caracterizada por antigos armazéns portuários do início do século XX, foi objeto de disputa entre interesses imobiliários e movimentos sociais ligados à preservação do patrimônio cultural e à ocupação democrática do espaço urbano. Em

2012, um consórcio de construtoras adquiriu o terreno com o objetivo de erguer o empreendimento Novo Recife, um conjunto de torres residenciais e comerciais que prometia modernizar a região. Contudo, para muitos moradores e coletivos culturais, a proposta desconsiderava o valor histórico e simbólico do espaço, além de contribuir para processos de gentrificação e exclusão social (Marques, 2015).

A reação popular culminou na formação do movimento Ocupe Estelita, que defendeu a preservação dos armazéns como patrimônio cultural e a abertura do debate sobre o destino da área à sociedade civil. O movimento utilizou-se de ocupações, manifestações culturais e ações judiciais, ressaltando que a intervenção urbana deveria respeitar a memória local e garantir o direito à cidade (Rolnik, 2017). Por outro lado, defensores do projeto argumentaram que a revitalização era necessária para atrair investimentos e promover o crescimento econômico de Recife. Esse embate reflete a crítica de Rem Koolhaas (2014), que alerta para o risco de a preservação excessiva dificultar processos de modernização, mas também dialoga com a perspectiva da Unesco (2016), que defende o equilíbrio entre desenvolvimento urbano e valorização cultural.

O caso Estelita evidencia como as cidades contemporâneas se tornam arenas de disputa entre modelos de urbanismo: um voltado ao mercado e à verticalização acelerada, outro centrado na preservação cultural e no direito coletivo ao espaço urbano. Esse conflito, ainda em debate, é um retrato das tensões que marcam a urbanização no século XXI.

O conflito em torno do Cais José Estelita ainda é considerado um dos casos mais emblemáticos de disputa urbana no Brasil, mas já apresenta alguns desdobramentos claros:

- 1. Decisões judiciais e licenciamento:** depois de anos de embates, ações civis públicas e liminares, a Justiça acabou liberando a continuidade do projeto Novo Recife, mesmo diante das contestações sobre ilegalidades no processo de licenciamento. O Tribunal de Justiça de Pernambuco considerou que o empreendimento não feria a legislação urbanística em vigor, embora movimentos sociais e entidades acadêmicas critiquem a falta de participação popular no processo;

2. **Demolição dos armazéns:** em 2014 e 2015, parte significativa dos antigos armazéns do Cais foi demolida, reduzindo drasticamente o valor arquitetônico original do espaço. Isso foi visto pelos críticos como uma perda irreparável para o patrimônio cultural de Recife;
3. **Avanço do empreendimento:** as obras do projeto Novo Recife avançaram, prevendo torres residenciais e comerciais, mas com algumas modificações em relação ao projeto inicial. Foram incluídas contrapartidas urbanísticas, como áreas de lazer e equipamentos de uso público, exigidas após negociações e pressões populares;
4. **Legado do movimento Ocupe Estelita:** embora não tenha impedido totalmente a construção, o movimento Ocupe Estelita deixou um legado importante: trouxe à tona a discussão sobre direito à cidade, gentrificação e transparência nos processos de planejamento urbano. Além disso, inspirou outras mobilizações semelhantes em cidades brasileiras, como Salvador e São Paulo, fortalecendo a pauta da participação social nos rumos da urbanização.

Em resumo, o resultado final foi a continuidade do projeto imobiliário, mas acompanhado de forte desgaste político, social e cultural. O caso se consolidou como um marco de resistência urbana no Brasil e um exemplo de como os conflitos entre modernização, mercado imobiliário e preservação cultural moldam as cidades contemporâneas.

Assim, percebe-se que a valorização e preservação do patrimônio cultural nas cidades atuais é um campo de tensões entre a proteção da memória coletiva e a necessidade de inovação urbana. A conciliação entre esses polos exige políticas públicas equilibradas, que reconheçam o valor do patrimônio sem comprometer a evolução dinâmica dos centros urbanos.

8.2. Cultura e criatividade como motor de inovação urbana

A discussão sobre o papel da cultura e da criatividade nas cidades contemporâneas tem ocupado espaço central nos estudos de urbanismo, sociologia e economia. Em um contexto de globalização e transformações aceleradas, a ideia de que a criatividade pode servir como motor para a inovação urbana é amplamente defendida por alguns autores, mas também criticada por outros que apontam riscos de exclusão social. Para Landry (2012), as chamadas cidades criativas são fundamentais para a promoção da inovação, pois estimulam novas formas de pensar a organização urbana e de integrar arte, cultura e tecnologia no cotidiano. Em sua visão, a criatividade não deve ser entendida apenas como um ativo econômico, mas como uma força capaz de transformar a qualidade de vida e a identidade cultural das cidades.

Na mesma direção, Florida (2002) argumenta que a ascensão da classe criativa representa uma revolução no desenvolvimento urbano. Segundo ele, cidades que atraem profissionais criativos tais quais: artistas, designers, cientistas e empreendedores tendem a apresentar maior crescimento econômico, maior diversidade cultural e maior capacidade de inovação. Para Florida, a cultura torna-se um diferencial competitivo entre os centros urbanos. Por outro lado, Harvey (2013) apresenta uma crítica contundente ao discurso da criatividade urbana. Para o autor, o uso da criatividade como estratégia de revitalização pode ser apropriado por políticas neoliberais e pelo mercado imobiliário, resultando em gentrificação e exclusão social. Em sua análise, o discurso da cidade criativa muitas vezes serve como justificativa para projetos de requalificação que priorizam o capital em detrimento das populações mais vulneráveis.

Dessa forma, a cultura e a criatividade configuram-se como conceitos ambivalentes no debate urbano. Ao mesmo tempo em que representam oportunidades para inovação e desenvolvimento sustentável, também carregam riscos de instrumentalização econômica e desigualdade social. O desafio está em construir políticas urbanas que equilibrem o potencial inovador da criatividade com a promoção da inclusão e da justiça social.

Parte III

Mobilidade compartilhada e cidades inteligentes

9. Lições globais e o caso da Região Metropolitana do Recife

9.1. Cidades, mobilidade e desafios contemporâneos

O crescimento urbano acelerado, intensificado a partir da segunda metade do século XX, trouxe consigo um conjunto de desafios complexos para as cidades em todo o mundo. Dentre eles, a mobilidade urbana se destaca como um dos mais críticos, pois afeta diretamente a qualidade de vida da população, a competitividade econômica e a sustentabilidade ambiental. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), mais de 55% da população mundial já vive em áreas urbanas, e a previsão é de que esse número ultrapasse os 68% até 2050. Esse fenômeno pressiona os sistemas de transporte, que muitas vezes foram concebidos em contextos demográficos e tecnológicos distintos dos atuais.

No Brasil, a urbanização seguiu trajetória semelhante, porém marcada por profundas desigualdades sociais e espaciais. As grandes metrópoles, como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Recife passaram a enfrentar congestionamentos diários, aumento do tempo de deslocamento e custos crescentes associados ao transporte individual. Segundo a Associação Nacional de Transportes

Públicos (ANTP), a mobilidade urbana é responsável por parcela significativa das emissões de gases de efeito estufa, além de gerar impactos negativos na saúde coletiva, como doenças respiratórias e estresse crônico associado ao trânsito.

Nesse cenário, a busca por alternativas inovadoras de deslocamento tornou-se urgente. Entre elas, a mobilidade compartilhada vem se consolidando como estratégia central. Ao substituir a lógica da posse pela lógica do acesso, a mobilidade compartilhada propõe que os cidadãos utilizem serviços coletivos de bicicletas, automóveis, *scooters*, patinetes ou mesmo caronas, em vez de depender exclusivamente do transporte individual motorizado. Essa abordagem dialoga diretamente com o conceito de cidades inteligentes, que propõe o uso de tecnologias digitais, dados abertos e governança participativa para tornar as cidades mais eficientes, inclusivas e sustentáveis.

O conceito de cidades inteligentes começou a ganhar força a partir dos anos 2000, quando grandes empresas de tecnologia, como IBM e Cisco, passaram a utilizar o termo *smart cities* para designar iniciativas que integravam sensores, redes digitais e sistemas de análise de dados à gestão urbana. Desde então, o debate evoluiu, incorporando não apenas a dimensão tecnológica, mas também aspectos sociais, culturais e ambientais. Autores como Anthony Townsend (2013) e Carlo Ratti (2016) destacam que a inteligência das cidades não pode ser medida apenas pela quantidade de sensores ou dispositivos conectados, mas também pela capacidade de promover inclusão social, equidade e participação cidadã.

É nesse contexto que a mobilidade compartilhada ganha destaque. Ela se apresenta como uma ponte entre inovação tecnológica e transformação social, oferecendo soluções que não apenas melhoram a eficiência dos sistemas de transporte, como também reduzem desigualdades territoriais e impactos ambientais. Em países da Europa e da América do Norte, sistemas de bicicletas compartilhadas, como o *Velib* (Paris) e o *CitiBike* (Nova York), já se consolidaram como parte integrante da rede de transporte público. Na América Latina, experiências em Buenos Aires e Cidade do México também demonstram como políticas públicas adequadas podem estimular novos hábitos de deslocamento e reduzir a dependência do automóvel.

No Brasil, a Região Metropolitana do Recife (RMR) representa um caso emblemático. Trata-se de uma metrópole de mais de 4 milhões de habitantes, marcada por contrastes socioeconômicos e pela dependência histórica do transporte rodoviário coletivo. A implantação do sistema Bike PE, em 2013, sinalizou um primeiro passo rumo à diversificação dos modais. No entanto, a experiência enfrentou limitações de cobertura, problemas de manutenção e baixa integração tarifária. Mesmo assim, revelou o potencial da mobilidade compartilhada como vetor de transformação urbana.

Este capítulo tem como objetivo analisar a mobilidade compartilhada como estratégia para cidades inteligentes, tomando a Região Metropolitana do Recife como estudo de caso. Busca-se compreender como esse modelo pode contribuir para a construção de um sistema de transporte mais eficiente, inclusivo e sustentável, em diálogo com experiências internacionais e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A análise insere-se na dimensão urbana do presente livro, relacionando-se diretamente ao debate sobre mobilidade sustentável e acessibilidade urbana.

9.2. Mobilidade compartilhada no contexto das cidades inteligentes

A mobilidade urbana sustentável constitui um dos pilares fundamentais das cidades inteligentes. Trata-se de um conceito que busca garantir o direito de ir e vir de todos os cidadãos, de forma acessível, eficiente, inclusiva e com baixo impacto ambiental. No contexto contemporâneo, não basta apenas garantir infraestrutura de transporte: é necessário criar sistemas capazes de responder às necessidades da população em tempo real, articulando inovação tecnológica, governança democrática e responsabilidade socioambiental.

9.2.1 Mobilidade sustentável

A mobilidade urbana sustentável constitui um dos pilares fundamentais das cidades inteligentes. Trata-se de um conceito que busca garantir o direito de ir e vir de todos os cidadãos, de forma acessível, eficiente, inclusiva e com baixo impacto ambiental. No

contexto contemporâneo, não basta apenas garantir infraestrutura de transporte: é necessário criar sistemas capazes de responder às necessidades da população em tempo real, articulando inovação tecnológica, governança democrática e responsabilidade socioambiental.

9.2.2. Cidades inteligentes e mobilidade

O conceito de cidades inteligentes ganhou relevância global a partir dos anos 2000, em um momento de rápida expansão das tecnologias digitais. Inicialmente, o termo foi utilizado para designar cidades equipadas com sensores, sistemas de monitoramento e infraestrutura digital capazes de coletar e analisar dados em tempo real. No entanto, rapidamente o debate evoluiu para incluir dimensões sociais, culturais e políticas.

Townsend (2013) argumenta que as cidades inteligentes não podem ser reduzidas a um conjunto de *gadgets* tecnológicos; elas precisam ser entendidas como ecossistemas vivos, em que a tecnologia deve servir às pessoas e não o contrário. Ratti (2016), por sua vez, destaca a importância de projetar cidades responsivas, em que os dados coletados em tempo real são utilizados para melhorar a vida dos cidadãos, seja por meio da gestão do trânsito, do monitoramento ambiental ou da otimização de serviços públicos.

No Brasil, autores como Marcelo Zuffo (2018) e Eugênio Pacelli Medeiros (2021) têm enfatizado que o conceito de cidades inteligentes deve estar associado à redução das desigualdades e à promoção da inclusão social. Ou seja, trata-se de integrar tecnologia, planejamento urbano e políticas públicas em prol da equidade.

9.2.3. Mobilidade compartilhada

Dentro da mobilidade urbana sustentável, a mobilidade compartilhada ocupa posição de destaque. Ela se refere ao uso coletivo de veículos — bicicletas, automóveis, patinetes, *scooters* ou mesmo caronas organizadas por aplicativos — em substituição à posse individual. O modelo se baseia em plataformas digitais que conectam oferta e demanda, possibilitando o acesso temporário a meios de transporte sem necessidade de propriedade.

Shaheen e Cohen (2019) classificam a mobilidade compartilhada em três grandes categorias:

- **Sistemas de compartilhamento de bicicletas (*bikesharing*):** oferecem bicicletas convencionais ou elétricas para deslocamentos curtos, muitas vezes integrados ao transporte público.
- **Compartilhamento de automóveis (*carsharing*):** disponibiliza veículos por curtos períodos, com pagamento proporcional ao tempo ou à distância percorrida.
- **Micromobilidade elétrica:** inclui patinetes e *scooters*, geralmente acessados por aplicativos, destinados a percorrer distâncias curtas e conectar a primeira e a última milha.

Além dessas, a carona compartilhada (*ridesharing*), mediada por plataformas digitais, também se insere nesse escopo, embora seu impacto na redução do número de veículos ainda seja debatido.

9.2.4. Dimensões da mobilidade compartilhada

A mobilidade compartilhada em cidades inteligentes pode ser analisada a partir de três dimensões complementares: tecnológica, socioambiental e de governança.

a) Dimensão tecnológica: o avanço da Internet das Coisas (IoT), da inteligência artificial e do *big data* tem permitido a criação de sistemas inteligentes de gestão da mobilidade. Sensores instalados em bicicletas e veículos fornecem informações em tempo real sobre localização, disponibilidade e uso. Aplicativos integrados orientam os usuários sobre a melhor rota e facilitam a conexão com outros modais. A tecnologia, nesse contexto, atua como um facilitador da eficiência operacional e da experiência do usuário.

b) Dimensão socioambiental: a mobilidade compartilhada reduz o número de veículos em circulação, contribui para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e estimula a prática de atividades físicas, no caso das bicicletas. Além disso, quando bem planejada, pode ampliar o acesso de populações periféricas ao transporte, reduzindo desigualdades territoriais. Medeiros (2021) ressalta que a integração entre mobilidade ativa (a pé e de bicicleta) e transporte público coletivo é fundamental para garantir justiça espacial.

c) Dimensão de governança: a governança é talvez o elemento mais desafiador. Sistemas de mobilidade compartilhada só se consolidam quando amparados por políticas públicas consistentes, contratos orientados a desempenho, regulação clara e transparência nos dados. Cidades como Paris e Nova York conseguiram estruturar modelos sustentáveis a partir da articulação entre poder público, operadores privados e sociedade civil. No Brasil, essa dimensão ainda enfrenta obstáculos, como a falta de integração tarifária, contratos precários e ausência de monitoramento público.

9.2.5. Síntese conceitual

A mobilidade compartilhada, ao articular tecnologia, sustentabilidade e governança, constitui um vetor essencial para as cidades inteligentes. Ela não deve ser vista apenas como um serviço complementar ao transporte público, mas como uma peça estratégica na construção de cidades inclusivas e resilientes. O êxito de sua implementação depende do equilíbrio entre inovação tecnológica, equidade social e políticas públicas de longo prazo.

9.3. Lições globais de mobilidade compartilhada

As experiências internacionais oferecem lições fundamentais para compreender o papel da mobilidade compartilhada na construção de cidades inteligentes. Entre as cidades que se destacam nesse cenário estão Paris, Nova York e Buenos Aires, cada uma com estratégias específicas de implantação, expansão e integração da mobilidade ativa e compartilhada.

9.3.1. Paris, o caso *Velib*

Paris foi pioneira na implementação de um sistema de bicicletas compartilhadas em larga escala. O *Velib*, lançado em 2007, tornou-se referência mundial, não apenas pela quantidade de bicicletas disponíveis, mas pela integração efetiva com o transporte público.

- Em sua fase inicial, o sistema contava com 10.000 bicicletas distribuídas em 750 estações. Em 2023, o número ultrapassou 20.000 bicicletas, das quais cerca de 40% são elétricas.
- O *Velib* foi concebido como política pública estratégica, gerida pela prefeitura, em parceria com empresas privadas responsáveis pela operação e manutenção.
- A tarifa é integrada ao sistema de transporte público, e os usuários podem realizar conexões rápidas entre ônibus, metrô e bicicleta com custos reduzidos.
- O impacto ambiental foi significativo: estima-se que o *Velib* tenha evitado milhões de viagens de automóveis por ano, reduzindo congestionamentos e emissões de poluentes.

Além disso, Paris investiu em infraestrutura cicloviária, ampliando ciclovias, zonas de baixa emissão e ruas exclusivas para ciclistas. A combinação de políticas públicas consistentes, investimentos em infraestrutura e governança transparente transformou o *Velib* em modelo global.

9.3.2. Nova York, *CitiBike*

Nova York lançou o *CitiBike* em 2013, inspirado pelo sucesso europeu, mas adaptado às condições locais. O sistema nasceu como uma parceria público-privada com forte participação de patrocinadores corporativos.

- Inicialmente, foram disponibilizadas 6.000 bicicletas em 332 estações; em 2023, o sistema já contava com mais de 25.000 bicicletas, incluindo 4.000 elétricas.
- Diferente de Paris, a operação é fortemente baseada em tecnologia digital: aplicativos móveis fornecem informações em tempo real sobre disponibilidade, rotas e integrações.
- A governança é orientada por contratos de desempenho, com metas de disponibilidade acima de 95%.
- O *CitiBike* conseguiu atrair não apenas usuários ocasionais, mas também trabalhadores e turistas, registrando mais de 30 milhões de viagens anuais.

Um dos diferenciais do *CitiBike* é a utilização intensiva de *big data* para planejar a expansão e otimizar a redistribuição da frota. As informações coletadas são disponibilizadas em plataformas abertas, permitindo que pesquisadores, cidadãos e empresas desenvolvam aplicações complementares.

9.3.3. Buenos Aires, Ecobici

Na América Latina, Buenos Aires se destaca como exemplo de política pública voltada para a mobilidade compartilhada. O sistema Ecobici foi lançado em 2010, com foco inicial em promover o uso da bicicleta como alternativa de transporte sustentável.

- Diferentemente de Paris e Nova York, o Ecobici é gratuito para residentes da cidade, o que o tornou altamente acessível.
- Em 2023, o sistema contava com cerca de 4.000 bicicletas em 400 estações, distribuídas em diferentes bairros, incluindo áreas periféricas.
- O governo municipal investiu em infraestrutura cicloviária, chegando a mais de 250 km de ciclovias integradas ao transporte público.
- A política pública enfatizou a equidade social, com prioridade para regiões de menor renda e maior dependência do transporte coletivo.

O caso de Buenos Aires demonstra que, mesmo em contextos de restrições orçamentárias, é possível estruturar sistemas de mobilidade compartilhada consistentes, desde que haja planejamento urbano integrado e compromisso governamental.

9.3.4. Síntese comparativa

A Tabela 1 resume os principais indicadores dos três casos analisados, permitindo visualizar convergências e diferenças entre os modelos:

Tabela 1 – Síntese comparativa.

Cidade	Ano de início	Bicicletas (2023)	% Elétricas	Estações	Governança	Modelo tarifário	Destaques
Paris (Velib)	2007	20.000	40%	1.400	Prefeitura + empresas privadas	Integrado ao transporte público	Infraestrutura cicloviária ampla; redução de emissões
Nova York (CitiBike)	2013	25.000	16%	1.500	Parceria público-privada	Pago (assinaturas e passes)	Uso intensivo de Big Data; mais de 30 milhões de viagens/ano
Buenos Aires (Ecobici)	2010	4.000	0%	400	Governo municipal	Gratuito para residentes	Forte enfoque em equidade social; 250 km de ciclovias

Fonte: os autores (2025).

9.3.5. Lições internacionais

A análise comparativa permite identificar algumas lições-chave:

1. Capilaridade territorial é determinante para o sucesso, como mostram Paris e Nova York;
2. Integração com o transporte público fortalece o sistema e amplia o número de usuários;
3. Governança clara e contratos de desempenho garantem confiabilidade e sustentabilidade operacional;
4. Inclusão social é um diferencial em Buenos Aires, que mostrou como sistemas gratuitos podem democratizar o acesso;
5. Dados abertos e tecnologia digital são ferramentas fundamentais para melhorar a gestão e estimular inovação.

Essas lições internacionais oferecem subsídios importantes para a análise do caso da Região Metropolitana do Recife, que será discutido a seguir.

9.4. A experiência da Região Metropolitana do Recife

A Região Metropolitana do Recife (RMR), composta por 14 municípios e mais de 4 milhões de habitantes, enfrenta desafios típicos de metrópoles latino-americanas: crescimento acelerado da frota particular, saturação da malha viária, elevada dependência do transporte coletivo rodoviário e desigualdades territoriais de acesso.

Entre 2010 e 2020, a frota de automóveis cresceu aproximadamente 70%, sem que houvesse aumento proporcional na infraestrutura viária. Isso resultou em congestionamentos crônicos, tempos de deslocamento superiores à média nacional e impactos ambientais e sociais significativos. Estimativas apontam que motoristas recifenses perdem, em média, mais de 70 horas por ano em engarrafamentos, colocando a cidade entre as mais congestionadas do mundo (Waze, 2019).

Nesse contexto, a mobilidade compartilhada surge como alternativa estratégica, tanto para qualificar deslocamentos quanto para ampliar a acessibilidade urbana. A seguir, são apresentados os principais sistemas e iniciativas da RMR.

9.4.1. O sistema Bike PE

O Bike PE foi implantado em 2013, em parceria com a Prefeitura do Recife, o Governo do Estado e empresas privadas. Em sua fase inicial, o sistema contou com cerca de 90 estações e 900 bicicletas, localizadas majoritariamente na área central e em bairros de maior renda.

Apesar de pioneiro, o sistema enfrentou diversos desafios:

- Limitações de cobertura territorial, com baixa presença em áreas periféricas;
- Problemas recorrentes de manutenção, que resultavam em baixa disponibilidade de bicicletas;

- Integração limitada ao transporte público, sem bilhete único ou conexão tarifária com ônibus e metrô.

Ainda assim, o Bike PE teve papel fundamental na introdução da mobilidade ativa compartilhada na RMR. Segundo reportagens locais, em determinados períodos chegou a registrar até 6.000 viagens diárias.

Em 2024, foi anunciada a expansão do sistema:

- 205 estações distribuídas por Recife, Olinda e Jaboatão;
- 1.600 bicicletas convencionais, 400 elétricas e 50 infantis/adaptadas;
- Todas equipadas com GPS e integradas a aplicativos móveis.

Essa reestruturação sinaliza avanço importante na modernização do sistema e maior compromisso do poder público em consolidar a mobilidade compartilhada como parte da política urbana.

9.4.2. *Carsharing*, o piloto Porto Leve

Entre 2014 e 2018, o Recife foi palco do Porto Leve/Carro Livre, considerado o primeiro piloto de *carsharing* elétrico do Brasil. O sistema foi implantado no Bairro do Recife e em áreas próximas, com estações em polos de trabalho e estudo, como a estação central do metrô.

O modelo oferecia carros elétricos em regime de assinatura mensal ou tarifa por hora de uso, incentivando também caronas compartilhadas. Embora de pequena escala, representou uma experiência inovadora para o país.

As principais contribuições do piloto foram:

- Inserir o debate sobre governança orientada a desempenho;
- Demonstrar a viabilidade técnica do uso de telemetria em veículos compartilhados;
- Indicar a importância da integração tarifária com outros modais.

Apesar do encerramento do projeto em 2018, o Porto Leve deixou aprendizados valiosos para futuras iniciativas.

9.4.3. Patinetes e micromobilidade elétrica

A RMR também experimentou iniciativas de patinetes elétricos compartilhados. Empresas como *Yellow/Grin* operaram em Recife em 2019, seguindo o modelo *dockless* (sem estação fixa). Contudo, a ausência de regulamentação clara, aliada a problemas de segurança e sustentabilidade financeira, levou à interrupção do serviço.

Em 2021, iniciativas locais, como a *FlipOn*, tentaram retomar o modelo, mas também não se consolidaram. A experiência internacional mostra que, para que a micromobilidade elétrica seja viável, é necessário um marco regulatório robusto, com definição de áreas de estacionamento, limites de velocidade e regras de segurança.

9.4.4. Scooters elétricas por assinatura

Em 2022, Recife foi incluída no lançamento nacional de um serviço de assinatura de *scooters* elétricas, fruto de parceria entre a Unidas e a *Voltz*. O modelo permitia que os usuários utilizassem motos elétricas por meio de assinatura mensal, sem necessidade de posse.

Embora o serviço tenha sido inovador, diferia do modelo clássico de compartilhamento por minuto ou viagem. Na prática, funcionava como uma forma de locação de longo prazo, com público-alvo distinto. Ainda assim, contribuiu para inserir a mobilidade elétrica no ecossistema de soluções disponíveis.

9.4.5. Infraestrutura ciclovária

O Recife possui atualmente cerca de 232 km de malha ciclovária (ciclovias, ciclofaixas e rotas compartilhadas). Apesar de expressiva, a infraestrutura ainda é fragmentada e descontínua, dificultando a conectividade plena entre bairros. Em alguns trechos, a ausência de integração com terminais de ônibus e metrô compromete a segurança dos usuários.

A expansão do Bike PE está diretamente associada ao fortalecimento dessa infraestrutura. A eliminação das descontinuidades ciclovárias é um dos principais desafios para consolidar a mobilidade ativa e compartilhada como parte do sistema metropolitano.

9.4.6. Síntese operacional da RMR

A síntese a seguir resume os principais pontos fortes, gargalos e oportunidades do sistema de mobilidade compartilhada da RMR:

Os pontos fortes são:

- Experiência pioneira com bicicletas compartilhadas (Bike PE);
- Frota prevista para expansão com bicicletas elétricas;
- Experiência inovadora de *carsharing* (Porto Leve);
- Existência de infraestrutura ciclovária de apoio.

Os gargalos:

- Concentração do serviço em áreas centrais;
- Problemas recorrentes de manutenção;
- Integração tarifária limitada;
- Falta de regulamentação da micromobilidade elétrica.

Por fim, as oportunidades:

- Expansão territorial com foco em periferias;
- Criação de bilhete único integrado;
- Governança baseada em dados abertos;
- Regulamentação e pilotos de micromobilidade.

9.5. Mobilidade compartilhada como estratégia de cidade inteligente

A análise da mobilidade compartilhada na Região Metropolitana do Recife (RMR) evidencia o duplo caráter desse modelo: por um lado, ele ainda enfrenta limitações significativas em termos de cobertura territorial, integração tarifária e confiabilidade operacional; por outro, apresenta enorme potencial de transformação urbana, ambiental e social quando articulado a políticas públicas consistentes e práticas de governança inovadoras.

O estudo demonstrou que a expansão do Bike PE, com previsão de mais de 2.000 bicicletas convencionais, 400 elétricas e dezenas de veículos adaptados até 2030, representa um avanço importante. Se acompanhada de integração tarifária plena e manutenção eficiente, essa iniciativa pode multiplicar o número de viagens diárias, passando de cerca de 6.000 atualmente para até 20.000 em um cenário otimista. Esse crescimento tem impactos diretos na redução de congestionamentos, no estímulo à mobilidade ativa e na diminuição das emissões de poluentes.

Outro ponto relevante é o aprendizado gerado por experiências como o Porto Leve, primeiro piloto de *carsharing* elétrico do Brasil, e as tentativas de implantação de patinetes e *scooters* compartilhados. Embora esses serviços não tenham se consolidado, eles deixaram lições sobre a importância da regulação, da integração multimodal e da viabilidade econômica. A retomada dessas soluções, sob um modelo regulatório claro e com contratos orientados a desempenho, pode diversificar ainda mais a matriz de mobilidade da RMR.

Do ponto de vista ambiental, as estimativas de emissões evitadas são expressivas: até 11,7 mil toneladas de CO₂/ano em 2030, caso o sistema atinja a meta de 20 mil viagens diárias. Esses números dialogam com os compromissos globais assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis e o ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima.

No plano social, a mobilidade compartilhada tem potencial de reduzir desigualdades de acesso, desde que os serviços sejam expandidos

para áreas periféricas e integrados a terminais de transporte coletivo. A experiência de Buenos Aires, com o Ecobici gratuito, demonstra que políticas públicas voltadas à equidade podem democratizar o acesso e ampliar o impacto positivo desses sistemas. No caso da RMR, a criação de uma rede capilar de estações, associada a tarifas integradas e acessíveis, é fundamental para garantir justiça espacial.

A dimensão de governança se apresenta como o maior desafio. Sem contratos baseados em metas de desempenho, monitoramento transparente e dados abertos, dificilmente os serviços conseguirão atingir a sustentabilidade de longo prazo. Experiências internacionais mostram que sistemas bem-sucedidos são aqueles em que a tomada de decisão é orientada por indicadores claros de uso, disponibilidade e segurança. A criação de um painel público metropolitano até 2027 seria um passo essencial para consolidar a confiança da população e permitir uma gestão adaptativa.

Por fim, o estudo reforça que a mobilidade compartilhada deve ser vista não apenas como um serviço complementar, mas como componente estruturante das cidades inteligentes. Ao alinhar inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e inclusão social, esse modelo contribui para cidades mais eficientes, resilientes e democráticas. Trazemos, assim, algumas recomendações para potencializar a melhoria da mobilidade nas cidades com consequente aumento da qualidade de vida.

1. **Políticas públicas integradas:** ampliar a coordenação entre municípios da RMR, garantindo planejamento regional para mobilidade compartilhada;
2. **Investimentos em infraestrutura ciclovária:** eliminar descontinuidades e assegurar conectividade segura entre bairros e terminais;
3. **Regulação clara da micromobilidade:** estabelecer normas específicas para patinetes e *scooters*, permitindo pilotos regulados e monitorados;
4. **Dados abertos e transparência:** publicar mensalmente indicadores de uso, emissões evitadas e segurança viária, em formato acessível à sociedade;

5. **Foco em equidade territorial:** priorizar bairros periféricos e populações de menor renda no processo de expansão das estações.

A experiência da RMR demonstra que a transição para um modelo de mobilidade urbana sustentável e inteligente é possível, mas exige visão estratégica, coordenação interinstitucional e compromisso político de longo prazo. Os impactos potenciais são expressivos: ganhos ambientais, sociais e econômicos, com melhoria da qualidade de vida para milhões de habitantes.

Assim, o compartilhamento de veículos deve ser entendido não apenas como solução de transporte, mas como estratégia de transformação urbana, capaz de posicionar Recife e sua região metropolitana como referência nacional em cidades inteligentes e sustentáveis.

Parte IV

Síntese e considerações finais

10. Considerações finais

A transição para cidades inteligentes e sustentáveis constitui um dos maiores desafios do urbanismo contemporâneo. Não se trata apenas de adotar tecnologias digitais ou modernas infraestruturas, mas de repensar de maneira integrada as dimensões econômicas, sociais, políticas, tecnológicas e ambientais que estruturam a vida urbana. A complexidade desse processo exige coordenação multissetorial, visão de longo prazo e uma governança que vá além da lógica fragmentada que ainda predomina em muitas cidades.

Entre os principais obstáculos está a desigualdade no acesso à tecnologia. Em países como o Brasil, as disparidades sociais e regionais ainda mantêm grande parte da população à margem dos benefícios que as cidades inteligentes podem oferecer. Moradores de periferias e zonas rurais enfrentam dificuldades relacionadas à ausência de conectividade, à baixa qualidade da internet e à falta de competências digitais. Sem políticas robustas de inclusão, como acesso gratuito à internet em espaços públicos, programas de capacitação e incentivo ao uso de tecnologias abertas, o risco é ampliar a exclusão social em vez de reduzi-la.

Outro desafio está ligado à infraestrutura necessária para sustentar o modelo de cidades inteligentes. A instalação de sensores, redes de IoT, sistemas de monitoramento climático e fontes renováveis de energia exige investimentos iniciais expressivos que nem sempre estão ao alcance dos pequenos e médios municípios. No contexto brasileiro, dificuldades adicionais surgem com a expansão da fibra

óptica e a modernização dos sistemas de transporte público, sobretudo em cidades de porte médio. Sem alternativas de financiamento, como parcerias público-privadas, investimentos estrangeiros e novos arranjos fiscais, a inovação tende a se concentrar apenas nas grandes metrópoles, ampliando as desigualdades territoriais.

A falta de integração entre diferentes níveis de governo e setores da sociedade também compromete a efetividade das iniciativas. Projetos isolados, desconectados de um planejamento urbano abrangente, geram impactos limitados e não produzem mudanças estruturais. Em cidades como São Paulo, a dificuldade de articular transporte público, habitação e meio ambiente evidencia o quanto a fragmentação institucional é um entrave. Superar esse obstáculo implica adotar planos diretores integrados, construir plataformas de governança colaborativa e garantir mecanismos de coordenação que envolvam governo, setor privado, universidades e sociedade civil.

A emergência climática adiciona uma camada de complexidade. Enchentes, ondas de calor e escassez hídrica já são realidade em diversas cidades, e a infraestrutura tradicional mostra-se insuficiente para enfrentar eventos extremos cada vez mais frequentes. Exemplos como o de Veneza, que luta contra a elevação do nível do mar, ilustram os limites de soluções exclusivamente tecnológicas. Para aumentar a resiliência urbana, torna-se indispensável investir em soluções baseadas na natureza, como a expansão de áreas verdes, corredores ecológicos, sistemas de drenagem sustentável e monitoramento climático em tempo real, capazes de integrar sustentabilidade ambiental e inovação tecnológica.

O uso intensivo de dados, característica central das cidades inteligentes, suscita sérias preocupações em relação à privacidade e à cibersegurança. A ausência de regulamentação adequada pode transformar dados pessoais em ferramentas de controle ou exploração indevida, ao mesmo tempo em que ataques cibernéticos podem paralisar sistemas essenciais de transporte, energia ou saúde. A confiança social nesse modelo urbano só será consolidada se forem estabelecidas normas rigorosas de proteção de dados, alinhadas a padrões internacionais, acompanhadas de sistemas de segurança digital robustos e transparentes.

Outro ponto crítico é a obsolescência tecnológica. A rápida evolução

das inovações digitais gera o risco de tornar ineficientes ou ultrapassadas as infraestruturas recentemente implementadas, causando desperdício de recursos e dificultando a continuidade dos projetos. Muitas cidades enfrentam esse dilema no transporte público, em que tecnologias antigas permanecem em uso por falta de atualização. Soluções modulares, abertas e escaláveis são fundamentais para que o avanço tecnológico não signifique rupturas constantes e investimentos duplicados.

A participação cidadã, por sua vez, ainda é uma lacuna em muitos projetos. Sem a escuta ativa das necessidades e hábitos da população, as soluções propostas tendem a ser pouco eficazes e a gerar resistência. Plataformas digitais de consulta pública, orçamentos participativos e espaços de co-criação de políticas são instrumentos que podem aproximar governo e sociedade, aumentando a legitimidade das iniciativas e garantindo que a transformação urbana responda a demandas reais e não apenas a interesses técnicos ou empresariais.

Finalmente, é preciso considerar a sustentabilidade financeira de longo prazo. Sistemas inteligentes, como iluminação pública automatizada ou redes de transporte monitoradas, exigem manutenção constante, atualização de *softwares* e capacitação de equipes. Para cidades pequenas e médias, esse custo contínuo pode inviabilizar projetos que, em pouco tempo, tornam-se obsoletos ou ineficazes. A criação de modelos financeiros estáveis, como tarifas justas de serviços inteligentes, reinvestimento tecnológico e contratos de manutenção baseados em performance, é crucial para evitar o colapso prematuro das iniciativas.

Assim, a construção de cidades inteligentes e sustentáveis em larga escala é um processo complexo, que demanda não apenas tecnologia, mas também visão estratégica, inclusão social e inovação em políticas públicas. Superar desafios como exclusão digital, altos custos de infraestrutura, fragmentação institucional, mudanças climáticas, privacidade de dados, obsolescência tecnológica, baixa participação cidadã e falta de sustentabilidade financeira é condição indispensável para transformar a vida urbana. Quando bem conduzida, essa transformação pode tornar as cidades mais eficientes, resilientes, inclusivas e justas. O futuro das cidades inteligentes dependerá, portanto, da capacidade de articular tecnologia, governança e cidadania em um mesmo projeto de sociedade.

Referências

ABC NEWS. **Data centres are vital for the future and ai but their environmental footprint can be a problem.** Sydney, 27 ago. 2025. Disponível em: <https://www.abc.net.au/news/2025-08-27/ai-to-take-up-one-quarter-of-sydney-water-in-a-decade/105700928>. Acesso em: 18 set. 2025.

ACS, Zoltan J. How is entrepreneurship good for economic growth? **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, v. 1, n. 1, p. 97-107, 2006.

AL-AWAMI, A. T.; KURGANOV, V.; MASOUD, M. Advanced AI-based optimization for integrating renewable energy in *smart grids*. **Renewable Energy**, v. 179, p. 1455-1467, 2021.

ALMEIDA, C. M.; ANDRADE, F. O papel do prosumidor na gestão de energia em cidades inteligentes. **Revista Brasileira de Energia**, v. 26, n. 2, p. 45-62, 2020.

AMIN, Ash. The good city. **Urban Studies**, v. 43, n. 5-6, p. 1009-1023, 2006.

ASCE – American Society of Civil Engineers. **Application of artificial intelligence for sustainable water resource management: cooling tower optimization.** 2025. Disponível em: <https://www.asce.org/communities/institutes-and-technical-groups/environmental-and-water-resources-institute/news/application-of-artificial-intelligence-for-sustainable-water-resource-management>. Acesso em: 18 set. 2025.

ASHTON, Kevin. That ‘Internet of Things’ thing. **RFID Journal**, 2009. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>. Acesso em: 18 set. 2025.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Relatório de mobilidade urbana**. São Paulo: ANTP, 2022.

BEATLEY, Timothy. **Biophilic Cities**: integrating nature into urban design and planning. Washington: Island Press, 2011.

BEATLEY, Timothy. **Handbook of biophilic city planning and design**. Washington: Island Press, 2016.

BENEVOLO, Leonardo. **História da arquitetura moderna**. São Paulo: Perspectiva, 2006.

BOCAREJO, Juan Pablo *et al.* **Urban mobility policies in Bogotá: towards a more equitable city**. Bogotá: Urban Planning Review, 2020.

BOUDI, H.; EL FADIL, H.; ZEROUAL, A. Smart grid and communication technologies: Challenges, opportunities, and future directions. **Energy Reports**, v. 8, p. 1235-1246, 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, Brasília, 4 jan. 2012.

CARMICHAEL, Daniel. **Planning for people: sustainable urban models in the US**. Portland: Urban Press, 2020.

CARVALHO, T.; FERREIRA, L. **Cidades inteligentes e sustentáveis**: conceitos e aplicações no contexto brasileiro. São Paulo: Editora Atlas, 2020.

CHAKRABORTY, S.; DEY, A.; DE, S. Application of machine learning algorithms for detection of energy theft in *smart grids*. **Electric Power Systems Research**, v. 192, p. 106896, 2021.

CNBC. **American water, largest U.S. water utility, says it is investigating cyberattack**. 2024. Disponível em: <https://www.cnn.com/2024/10/08/american-water-largest-us-water-utility-cyberattack.html>. Acesso em: 18 set. 2025.

CYBERMATERIAL. **Brazil nuclear Institute hit by Cyberattack**. 2025. Disponível em: <https://cybermaterial.com/brazil-nuclear-institute-hit-by-cyberattack/>. Acesso em: 18 set. 2025.

DALY, Herman E. **Steady-state economics**. San Francisco: W. H. Freeman, 1977.

DAVIS, Mike. **Planet of slums**. London: Verso, 2006.

DOWNS, Anthony. **New visions for metropolitan America**. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 1994.

DOWNS, Anthony. **Still stuck in traffic**: coping with Peak-Hour traffic congestion. Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2004.

ENERDATA. **World energy consumption statistics**. 2024. Disponível em: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>. Acesso em: 18 set. 2025.

FANG, X.; MISRA, S.; XUE, G.; YANG, D. Smart grid – the new and improved power grid: a survey. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 14, n. 4, p. 944-980, 2012.

FLORIDA, Richard. **A ascensão da classe criativa**: e seu papel na transformação do trabalho, do lazer, da comunidade e do cotidiano. Porto Alegre: L&P, 2011.

GEER, Dan. Cybersecurity and national policy. **Harvard National Security Journal**, v. 5, n. 1, p. 1-32, 2014.

GLAESER, Edward. **Triunfo da cidade**: como nossa maior invenção nos tornou mais ricos, mais inteligentes, mais verdes, mais saudáveis e mais felizes. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

GRAEBER, David. **Bullshit jobs**: a theory. New York: Simon & Schuster, 2018.

GRAHAM, S.; MARVIN, S. **Splintering urbanism**: networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition. London: Routledge, 2001.

GREENFIELD, Adam. **Against the smart city**. New York: Do Projects, 2013.

GÜNGÖR, V. C.; LU, B.; HANCKE, G. P. Opportunities and challenges of wireless sensor networks in smart grid. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 57, n. 10, p. 3557-3564, 2011.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 2013.

HIDALGO, Anne. **Reclaiming public space in the age of climate change**. Paris: City Press, 2021.

HOLSTON, James. **The modernist city: an anthropological critique of Brasília**. Chicago: University of Chicago Press, 1989.

HOWKINS, John. **Economia criativa: como ganhar dinheiro com ideias criativas**. São Paulo: M. Books, 2013.

IEA – International Energy Agency. **Buildings: energy system**. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/buildings>. Acesso em: 18 set. 2025.

INTELLINEWS. **Cyber breach hits Brazil payment firm**. 2025. Disponível em: <https://www.intellinews.com/cyber-breach-hits-brazil-payment-firm-389483/>. Acesso em: 18 set. 2025.

JACOBS, J. **The death and life of great american cities**. Random House, 1961.

JACOBS, Jane. **Morte e vida das grandes cidades americanas**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

KATZ, Bruce; NOWAK, Jeremy. **The new localism: how cities can thrive in the age of populism**. Washington: Brookings Institution Press, 2018.

KEEN, Andrew. **The internet is not the answer**. New York: Atlantic Monthly Press, 2015.

KITCHIN, R. **The data revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and their consequences**. London: Sage Publications, 2014.

- KOOLHAAS, Rem. **Preservation is overtaking us**. New York: Columbia Books on Architecture and the City, 2014.
- LANDRY, Charles. **The creative city**: a toolkit for urban innovators. 2. ed. London: Earthscan, 2012.
- LE CORBUSIER. **Vers une architecture**. Paris: Flammarion, 1967.
- LEE, Kai-Fu. **AI superpowers**: China, Silicon Valley, and the new world order. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2018.
- LERNER, Jaime. **Acupuntura urbana**. Rio de Janeiro: Record, 2003.
- LERNER, Jaime. **O desenho da cidade**. São Paulo: Perspectiva, 1994.
- LERNER, Jaime. **Quem criou o carro não gostava de cachorro**. Rio de Janeiro: Record, 2013.
- LI, R.; ZHAO, Z.; ZHOU, Y. 5G and Smart Grid: the perfect match for future energy management. **IEEE Network**, v. 34, n. 2, p. 12-18, 2020.
- LIU, C. C.; MCARTHUR, S. D. J.; LEE, S. J. **Smart grid handbook**. Hoboken: Wiley, 2012.
- MARQUES, Teresa. Cais José Estelita: memória, cidade e movimentos sociais. **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, v. 18, n. 2, p. 45-63, 2015.
- MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor; CUKIER, Kenneth. **Big data**: a revolution that will transform how we live, work, and think. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
- MAZZUCATO, Mariana. **Mission economy**: a moonshot guide to changing capitalism. London: Penguin, 2021.
- MEDEIROS, E. P. **Mobilidade urbana e cidades inteligentes no Brasil**. Curitiba: Editora UFPR, 2021.
- MEDEIROS, Eugênio Pacelli P. **Mobilidade urbana e cidades inteligentes no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2021.

MOHAMMADI, S.; MEIDANI, H. P. Probabilistic forecasting of electricity demand using machine learning methods. **Applied Energy**, v. 279, p. 115791, 2020.

MORENO, Carlos. **La ville du quart d'heure**. Paris: Flammarion, 2020.

MOROZOV, Evgeny. **To save everything, click here**: the folly of technological solutionism. New York: PublicAffairs, 2013.

MORRIS, Hugh. **How Paris became the model for the 15-minute city**. The Telegraph, 2020. Disponível em: <https://www.telegraph.co.uk>.

NEWMAN, Peter. **Resilient cities**: overcoming automobile dependence. Washington, D.C.: Island Press, 2020.

OECD. **Smart Cities and inclusive growth**. Paris: OECD Publishing, 2020.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World urbanization prospects**: the 2018 Revision. New York: UN, 2018.

PR NEWswire. **New semperis study reveals that cyberattacks on water and electric utilities threaten public safety and economic stability**. 2025. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/news-releases/new-semperis-study-reveals-that-cyberattacks-on-water-and-electric-utilities-threaten-public-safety-and-economic-stability-302419191.html>. Acesso em: 18 set. 2025.

RATTI, Carlo. **The city of tomorrow**: sensors, networks, hackers, and the future of urban life. New Haven: Yale University Press, 2016.

REUTERS. **Norway spy chief blames Russian hackers for dam sabotage in April 2025**. 2025. Disponível em: <https://www.reuters.com/technology/norway-spy-chief-blames-russian-hackers-dam-sabotage-april-2025-08-13/>. Acesso em: 18 set. 2025.

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares**: a colonização da terra e da moradia na era das finanças. São Paulo: Boitempo, 2017.

SACHS, Jeffrey. **The age of sustainable development**. New York: Columbia University Press, 2015.

SALVADOR, Laura *et al.* Superblocks and urban transformation in Barcelona. **Cities Journal**, vol. 24, n. 2, 2020, p. 53-60.

SASSEN, Saskia. **Expulsions: brutality and complexity in the global economy**. Cambridge: Harvard University Press, 2015.

SCHNEIER, Bruce. **Data and goliath: the hidden battles to collect your data and control your world**. New York: W. W. Norton & Company, 2015.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SENSORS. Leveraging urban water distribution systems with smart sensors for sustainable cities. **Sensors**, v. 24, n. 22, p. 7223, 2024. DOI: 10.3390/s24227223. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/22/7223>. Acesso em: 18 set. 2025.

SHAHEEN, Susan; COHEN, Adam. Shared mobility policies for sustainable transport. **Transport Policy**, v. 81, p. 141–148, 2019.

SOUZA, L. R.; VILLA, R. D. **Políticas públicas e cidades inteligentes: uma abordagem multidimensional**. Brasília: Editora UnB, 2019.

SOWELL, Thomas. **Affirmative action around the world: an empirical study**. New Haven: Yale University Press, 2004.

SPECK, Jeff. **Walkable city rules: 101 steps to making better places**. Washington, D.C.: Island Press, 2018.

SPECK, Jeff. **Walkable city: how downtown can save America, one step at a time**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2012.

TOWNSEND, Anthony. **Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the quest for a new utopia**. New York: W. W. Norton & Company, 2013.

UNESCO. **Culture: urban future – global report on culture for sustainable urban development**. Paris: UNESCO Publishing, 2016.

VICTORIAN GOVERNMENT. **Plan Melbourne 2017-2050: 20-Minute neighborhoods**. Melbourne: Victorian State Government, 2019.

WANG, Y.; CHEN, Q.; HONG, T.; PING, J. Review of smart meter data analytics: applications, methodologies, and challenges. **IEEE Transactions on Smart Grid**, v. 10, n. 3, p. 3125-3148, 2019.

WAZE. **Relatório global de mobilidade urbana**. Tel Aviv: Waze Mobility Reports, 2019.

WILLSHER, Kim. **Paris's transformation under Anne Hidalgo**. The Guardian, 2021. Disponível em: <https://www.theguardian.com>.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of urban development & services initiative**. Geneva: WEF, 2020.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **The BRT standard**. Washington, D.C.: WRI, 2017.

ZUBOFF, Shoshana. **The age of surveillance capitalism: the fight for a human future at the new frontier of power**. New York: PublicAffairs, 2019.

ZUFFO, M. **Tecnologia e urbanismo: cidades inteligentes no Brasil**. São Paulo: Editora USP, 2018.

ZUFFO, Marcelo K. **Cidades inteligentes e sustentáveis: inovação, tecnologia e inclusão Social**. São Paulo: Blucher, 2018.

Autores



Prof. Dr. Erick Viana

Professor no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) e Presidente do Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV). Atua na interface entre educação, tecnologia e inovação com foco em cidades inteligentes, empreendedorismo e inclusão digital. Sua trajetória combina gestão acadêmica e projetos de impacto social, articulando redes entre escola, universidade e setor produtivo para formar talentos e transformar territórios.



Prof.ª Dr.ª Renata Dantas

Professora no Instituto Federal de Pernambuco – IFPE e Diretora de Gestão e Planejamento do Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV). Atua em pesquisas sobre cidades inteligentes, mobilidade urbana sustentável e acessibilidade digital. Sua trajetória combina produção científica, inovação tecnológica e gestão acadêmica, sempre com foco em transformar realidades urbanas por meio da educação e da ciência.

Conselho editorial

Presidência

Dr. Erick Viana da Silva
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE) e Instituto Internacional
Despertando Vocações (IIDV)

Conselheiros

Dr. Airton José Vinholi Júnior
Instituto Federal de Mato Grosso
do Sul (IFMS)

Dr. Alexander Patrick Chaves de
Sena
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

Dr.^a Ana Patrícia Siqueira Tavares
Falcão
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

Dr. Arquimedes José de Araújo
Paschoal
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

MSc. Ayrton Matheus da Silva
Nascimento
Instituto Internacional Despertando
Vocações (IIDV)

Dr. Dewson Rocha Pereira
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE)

Dr. Edísio Raimundo Silva
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

Dr.^a Francisca da Rocha Barros
Batista
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dr.^a Iraneide Pereira da Silva
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

Dr. Jaime Patrício Leiva Nuñez
Universidad de Playa Ancha (UPLA)

Dr. Jeymesson Raphael Cardoso
Vieira
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE)

Dr. José Ângelo Peixoto da Costa
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

Dr. José Ayrton Lira dos Anjos
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE)

Dr. Jose Cuauhtemoc Ibarra Gamez
Instituto Tecnológico de Sonora,
Ciudad Obregón (ITSON)

Dr.^a Lastenia Ugalde Meza
Universidad de Playa Ancha (UPLA)

Dr.^a Renata Cristine de Sá Pedrosa
Dantas
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

Dr. Roberto Gómez Fernández
Ministério da Educação de
Luxemburgo

Dr.^a Suzana Pedroza da Silva
Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE)

Dr.^a Maria Trinidad Pacherez Velasco
Instituto Federal do Rio Grande do
Norte (IFRN)

Dr. Thales Ramon de Queiroz
Bezerra
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE)

Dr.^a Viviane da Silva Medeiros
Universidade Federal do Rio
Grande do Norte (UFRN)

Coordenação Executiva

Mariana Almeida Ferreira Lima
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE) e Instituto
Internacional Despertando
Vocações (IIDV)

Dr.^a Kilma da Silva Lima Viana
Instituto Federal de Pernambuco
(IFPE) e Instituto Internacional
Despertando Vocações (IIDV)

Caio Victor Barros Gonçalves da Silva
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE) e Instituto
Internacional Despertando
Vocações (IIDV)

Coordenação Administrativa

Alexandre Antônio de Lima Júnior
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE) e Instituto
Internacional Despertando
Vocações (IIDV)

