

CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS: EVOLUÇÃO CONCEITUAL E TENDÊNCIAS CONTEMPORÂNEAS

SMART AND SUSTAINABLE CITIES: CONCEPTUAL EVOLUTION AND CONTEMPORARY TRENDS

Julio Cezar Rodrigues Eloi¹, Eliane Pelity Eloi², Victor Hugo Pelity Eloi³

¹ Mestre em Administração - Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista (PPGA/ UNIP). Especialista em Gestão Pública - Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e bacharel em Ciências e Humanidades - Universidade Federal do ABC (UFABC).

² Mestre em Ensino de Ciências e Matemática -a Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). Especialista em Ciência e Tecnologia - Universidade Federal do ABC (UFABC) e licenciada em Matemática - Sociedade de Cultura e Educação do Litoral Sul (SCELISUL).

³ Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia do Ipiranga (FATEC Ipiranga).

RESUMO

Esta investigação analisa a evolução do conceito de cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade e das transformações tecnológicas associadas às Indústrias 4.0 e 5.0. Por meio de revisão narrativa da literatura, discute-se a transição de modelos urbanos tecnocêntricos para abordagens sistêmicas que integram inovação digital, governança e responsabilidade socioambiental. Os resultados indicam que sensores, Internet das Coisas (IoT), *big data* e inteligência artificial (IA) ampliaram a capacidade de monitoramento e gestão urbana, porém a maturidade conceitual do campo desloca o foco da eficiência tecnológica para a resiliência e o bem-estar humano. Observa-se que a Indústria 5.0, conforme proposta pela Comissão Europeia, reforça a centralidade do ser humano, a sustentabilidade e a robustez dos sistemas diante de crises, aproximando-se do paradigma das cidades inteligentes sustentáveis. Conclui-se que a inteligência urbana contemporânea deve ser compreendida como fenômeno sociotécnico, no qual tecnologia, governança e valores coletivos atuam de forma integrada.

PALAVRAS-CHAVE: cidades inteligentes; sustentabilidade urbana; governança digital; transformação sociotécnica; inovação urbana.

ABSTRACT

This investigation analyzes the evolution of the smart city concept from a sustainability perspective and in connection with technological transformations related to Industry 4.0 and Industry 5.0. Through a narrative literature review, it discusses the transition from technocentric urban models to systemic approaches that integrate digital innovation, governance, and socio-environmental responsibility. Findings indicate that sensors, the Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence (AI) have expanded urban monitoring and management capabilities; however, the conceptual maturity of the field shifts the focus from technological efficiency to resilience and human well-being. Industry 5.0, as proposed by the European Commission, emphasizes human centrality, sustainability, and system robustness in times of crisis, aligning closely with the paradigm of sustainable smart cities. The study concludes that contemporary urban intelligence should be understood as a socio-technical phenomenon in which technology, governance, and collective values operate in an integrated manner.

KEYWORDS: smart cities; urban sustainability; digital governance; socio-technical transformation; urban innovation.

1. INTRODUÇÃO

A intensificação do fenômeno da urbanização em escala global e a contínua complexidade dos sistemas urbanos têm fomentado a procura por modelos capazes de integrar inovação tecnológica, gestão eficiente e sustentabilidade ambiental. Nessa conjuntura, o conceito de cidade inteligente (*smart city*) emergiu como uma proposta de reorganização do espaço urbano apoiada em infraestruturas digitais, conectividade em rede e sistemas de informação. No entanto, a diversidade de abordagens teóricas e aplicações práticas fez com que o termo passasse a agregar múltiplos significados, sem que se desenvolvesse um consenso de definição por meio da literatura.

A expressão “cidade inteligente” foi difundida academicamente a contar dos anos 1990, período em que diferentes correntes passaram a utilizá-la com ênfases distintas. De início, parte significativa das definições privilegiava a dimensão tecnológica, com enfoque no papel das inovações das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como vetores de modernização urbana (Sikos Tomay & Szendi, 2023). Nesse momento, a inteligência da cidade geralmente estava associada à digitalização de serviços, automação de processos e ampliação da conectividade.

Entre as formulações representativas desse período, destacaram-se as abordagens que vinculam a cidade inteligente à presença de infraestruturas urbanas instrumentadas por sensores, interconectadas por

redes digitais e capazes de produzir inteligência analítica para apoio à tomada de decisão (Harrison et al., 2010). No desenvolvimento das discussões, todavia, as investigações passaram a incluir dimensões intangíveis, tais como capital humano, criatividade, produção de conhecimento e sustentabilidade, ampliando o escopo inicialmente focado somente na tecnologia (Hollands, 2008; Kourtit & Nijkamp, 2012; Dhingra & Chattopadhyay, 2016).

Paralelamente, análises críticas questionaram a hegemonia do discurso das cidades inteligentes, observando que ele frequentemente associa tecnologia digital à geração de competitividade econômica e melhoria da qualidade de vida, ainda que tais benefícios não se distribuam de forma homogênea entre os diferentes grupos sociais (Glasmeier & Christopherson, 2015). Essa inflexão contribuiu para que o debate se movimentasse de uma visão estritamente tecnocêntrica para uma perspectiva mais abrangente, em que governança, inclusão social e impactos ambientais ocupam posição central.

Na ampliação conceitual, modelos analíticos foram desenvolvidos para sistematizar as múltiplas dimensões da inteligência urbana. Um dos referenciais mais difundidos organiza a avaliação das cidades em seis eixos inter-relacionados, incluindo desempenho econômico, características da população, governança pública, sistemas de mobilidade, condições ambientais e qualidade de vida (Giffinger et al., 2007). Assim, a complexidade crescente desses modelos tornou a mensuração do desempenho das cidades um desafio latente na academia (Sikos Tomay & Szendi, 2023).

Recentemente, consolidou-se na literatura o debate sobre cidades inteligentes sustentáveis, termo que integra os elementos tradicionais da inteligência urbana a princípios de gestão responsável de recursos naturais, proteção ambiental e equilíbrio socioeconômico (Ahvenniemi et al., 2017). Nessa visão, a cidade passa a ser compreendida como um sistema sociotécnico em que tecnologia, instituições e valores coletivos interagem de forma dinâmica. A sustentabilidade, portanto, deixa de ser tratada como atributo complementar e passa a ser valorizada como dimensão estruturante do planejamento urbano contemporâneo (Höjer & Wangel, 2014).

O avanço das tecnologias digitais, como redes de sensores, sistemas de processamento de grandes volumes de dados e aplicações baseadas em IA, ampliou significativamente as capacidades de monitoramento e gestão urbana. Por outro lado, também evidenciou limites de modelos centrados exclusivamente na eficiência tecnológica, sobretudo perante desafios como mudanças climáticas, desigualdades sociais e crises sistêmicas. Dessa maneira, a concepção de Indústria 5.0, ao enfatizar centralidade humana, resiliência e responsabilidade socioambiental, dialoga com o paradigma das cidades inteligentes sustentáveis ao reposicionar a tecnologia como meio de promoção de valor social e ambiental, e não apenas de desempenho operacional (Breque, de Nul & Petridis, 2021).

Perante essa problemática, este artigo possui como objetivo discutir a evolução do conceito de cidades inteligentes até sua formulação contemporânea como cidades inteligentes e sustentáveis. Assim sendo, pretende responder à seguinte questão de pesquisa: **como se desenvolveu o campo de estudo das cidades inteligentes e de que forma a sustentabilidade foi progressivamente incorporada a esse paradigma urbano?** A partir de revisão narrativa da literatura, procura-se compreender essa trajetória conceitual e suas implicações para o entendimento da inteligência urbana como fenômeno de natureza sociotécnica.

A compreensão dessa trajetória conceitual exige examinar as bases teóricas que sustentam o debate contemporâneo sobre cidades inteligentes e sua aproximação com a sustentabilidade. Nesse sentido, torna-se necessário analisar como a literatura tem interpretado a incorporação de tecnologias digitais, a evolução das dimensões institucionais e sociais e as críticas emergentes ao paradigma tecnocêntrico. A seção seguinte apresenta esse arcabouço teórico, destacando contribuições que ajudam a compreender a cidade inteligente como sistema sociotécnico em constante transformação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

À luz da problemática delineada na seção anterior, a pesquisa sobre cidades inteligentes pretende entender como a incorporação de inovações digitais se articula às dimensões sociais, ambientais e institucionais do desenvolvimento urbano. O avanço da urbanização intensificou desafios relacionados à infraestrutura, desigualdades socioespaciais e degradação ambiental, o que ampliou o interesse por modelos capazes de integrar inovação tecnológica e sustentabilidade. Nesse contexto, o debate acadêmico passou a tratar a cidade não apenas como espaço físico, mas como sistema complexo no qual fluxos de informação, processos decisórios e dinâmicas sociais interagem de maneira contínua.

Com o desenvolvimento da urbanização, as cidades cresceram, mas também acumularam sérios problemas, como a infraestrutura em deterioração, a degradação do meio ambiente e o aumento das inequidades sociais (Tezza et al., 2024). Nessa linha de raciocínio, a investigação das cidades inteligentes é essencial para o desenvolvimento de novos locais que atendam, em maior extensão, às demandas da sociedade, ambiente e economia (Tezza et al., 2024).

A agenda de estudo das cidades inteligentes está se consolidando no território brasileiro por intermédio de relações de poder assimétricas entre atores não estatais e estatais, sendo permeada por conflitos de interesses entre empresas, governos e comunidades nos níveis transnacional, regional e local (Reia & Cruz, 2023). Na Nova Agenda Urbana assinada na capital equatoriana (Quito), em 2016, aos recentes “planos diretores” capitaneados por consultorias de iniciativa privada nos municípios

brasileiros, abordagens corporativas de inteligência no espaço urbano têm destacado a racionalidade de ordem neoliberal à retaguarda do conceito e seus desdobramentos, como explicam Reia e Cruz (2023).

De forma conceitual, uma cidade tornar-se-á inteligente na medida em que, em proveito dos cidadãos, incorpora tecnologias digitais. Essa mudança implica em um significativo aumento no emprego e dependência de TICs, como Inteligência Artificial (IA), internet das coisas (*Internet of Things* - IoT), análise de *big data* (*big data analytics*) e algoritmos, cada vez mais, questionadas no tocante ao seu impacto social (Ronchi et al., 2023).

A literatura sobre emprego de inovações digitais para o desenvolvimento sustentável urbano ganha expressão a contar dos anos 1990 (Silva et al., 2023). O aparecimento da internet e a afirmação da agenda do meio ambiente em âmbito internacional foram fatores importantes para a ascensão do tema “cidades digitais” e, posteriormente, “cidades inteligentes”, na agenda científica e de políticas públicas (Silva et al., 2023).

À medida que o termo penetra nas agendas, prefeituras, tomadores de decisão e corporações recorrentemente inflam seus discursos com relações à tecnologia inteligente e o aperfeiçoamento da qualidade de vida e eficiência nas cidades, como explicou Tambelli (2018). Desse modo, pode se estimar um potencial de mercado combinado de US\$ 1,5 trilhão globalmente para cidades inteligentes, em áreas como construção, energia, governança, infraestrutura, transporte e saúde (Tambelli, 2018).

No nível acadêmico brasileiro, diversas investigações foram desenvolvidas nos Programas de Pós-Graduação (PPGs), mestrados e doutorados em várias áreas, destacando-se, contudo, as Engenharias (majoritariamente Engenharia Elétrica), Computação e Administração. Importante destacar que há inclusive um PPG direcionado às Cidades Inteligentes e Sustentáveis em São Paulo/ SP, na Universidade Nove de Julho (UNINOVE) (Lazzaretti et al., 2019). Em tal seara, os supracitados pesquisadores informam que os quatro PPGs publicaram 41,33% das pesquisas nacionais sobre cidades inteligentes: Universidade de São Paulo - USP (SP); UNINOVE (SP); Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC-Campinas (SP); e Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (PE).

Ao longo do seu tempo, as cidades tentam obter importância em algum *ranking* quanto aos *brandings* urbanos, como uma espécie de *marketing* para capturar interesses e investimentos para uma região (Santos et al., 2022). Exemplo marcante é Curitiba, capital do Paraná (PR), que somou prêmios e rótulos nas últimas décadas, sendo que entre 2014 e 2016 foram trinta e cinco prêmios, e de 2001 a 2020 foram cento e três premiações em distintas categorias (Santos et al., 2022).

A incorporação da sustentabilidade ao tema das cidades inteligentes representa uma inflexão teórica relevante, pois desloca o foco exclusivo da eficiência tecnológica para a gestão responsável de recursos naturais e sociais. Essa ampliação dialoga com a noção de desenvolvimento sustentável,

segundo a qual o progresso urbano deve ocorrer sem comprometer as capacidades das gerações futuras (Höjer & Wangel, 2014). Assim, a cidade inteligente sustentável passa a ser compreendida como um sistema sociotécnico que equilibra inovação, governança e preservação ambiental.

Nesse contexto, os indicadores ambientais tornam-se centrais, especialmente aqueles relacionados a energia limpa, mobilidade sustentável, gestão hídrica e economia circular (Ahvenniemi et al., 2017). A tecnologia digital atua como meio estruturante para monitorar fluxos urbanos e subsidiar decisões apoiadas em dados, mas sua legitimidade é dependente da geração de valor social e ambiental. Dessa forma, a sustentabilidade deixa de ser atributo complementar e passa a constituir dimensão estrutural da inteligência urbana.

A literatura recente também associa cidades inteligentes sustentáveis às transformações da chamada Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), marcada pela automação, digitalização e integração de sistemas ciberfísicos (Silva et al., 2023). Inovações em sensores, análise de *big data* e IoT possibilitam o monitoramento em tempo real de tráfego, consumo energético e qualidade ambiental. Entretanto, a dependência tecnológica amplia desafios ligados à governança de dados, privacidade e desigualdades de acesso.

Mais recentemente, a noção de Indústria 5.0 introduz uma perspectiva humanocêntrica, resiliente e sustentável, conforme proposto pela Comissão Europeia (Breque et al., 2021). Diferentemente da 4.0, cujo foco recai na automação e eficiência produtiva, a 5.0 enfatiza o bem-estar humano, a ética e a robustez dos sistemas diante de crises. Para fins analíticos, a comparação entre essas duas abordagens ajuda a compreender como a transição industrial repercute diretamente na concepção de cidades inteligentes sustentáveis, conforme sintetizado no quadro a seguir.

Quadro 1 – Comparativo entre Indústria 4.0 e Indústria 5.0 no contexto urbano

Dimensão	Indústria 4.0	Indústria 5.0	Implicações para as Cidades
Foco principal	Automação, digitalização e eficiência de processos	Centralidade humana, resiliência e sustentabilidade	Transição de cidades orientadas por tecnologia para cidades orientadas ao bem-estar
Papel da tecnologia	Substituição e otimização de tarefas humanas	Colaboração entre humanos e sistemas inteligentes	Tecnologia como suporte à decisão e à qualidade de vida
Objetivo sistêmico	Produtividade e desempenho operacional	Robustez socioeconômica e equilíbrio ambiental	Planejamento urbano voltado à resiliência e adaptação a crises
Abordagem de dados	Big data para eficiência e controle	Dados para suporte à governança ética e inclusiva	Uso de dados para políticas públicas sustentáveis

Dimensão	Indústria 4.0	Indústria 5.0	Implicações para as Cidades
Sustentabilidade	Dimensão complementar	Dimensão estrutural e orientadora	Integração de energia limpa, mobilidade sustentável e economia circular
Relação com a cidade inteligente	Cidade como sistema tecnológico conectado	Cidade como ecossistema sociotécnico	Integração entre inovação, governança e valores sociais
Visão do cidadão	Usuário de serviços digitais	Coprodutor de soluções urbanas	Participação cidadã e inclusão digital
Resposta a crises	Sistemas eficientes, porém vulneráveis a choques	Sistemas adaptáveis e resilientes	Cidades com a capacidade de manter serviços essenciais em cenários críticos

Nota. Elaboração própria, adaptada de Breque et al. (2021).

A comparação evidencia que a mudança de paradigma não é meramente tecnológica, mas estrutural, pois redefine o papel da inovação digital no desenvolvimento urbano. A cidade deixa de ser interpretada como plataforma de automação e passa a ser compreendida como ecossistema sociotécnico orientado à resiliência e ao valor social. Esse deslocamento conceitual sustenta a análise da evolução histórica do campo apresentada na seção seguinte.

A diversidade de abordagens teóricas e a evolução histórica da definição de cidades inteligentes refletem a complexidade do campo e a inexistência de um modelo único capaz de abarcar suas múltiplas dimensões. Diante dessa pluralidade interpretativa e das transformações recentes associadas à incorporação da sustentabilidade e do enfoque humanocêntrico, torna-se pertinente adotar uma estratégia de investigação que privilegie a análise integrada da literatura. Assim, a seção seguinte apresenta os procedimentos metodológicos empregados para examinar a trajetória conceitual das cidades inteligentes e sustentáveis.

3. METODOLOGIA

Considerando a esfera conceitual do problema de pesquisa e a importância de compreender a evolução teórica do campo das cidades inteligentes e sustentáveis, optou-se pela revisão narrativa da literatura. Essa abordagem permite examinar diferentes correntes interpretativas, identificar mudanças de enfoque ao longo do tempo e integrar contribuições provenientes de áreas diversas, sem a rigidez de protocolos sistemáticos. O método adotado mostra-se adequado para explorar a trajetória conceitual do tema e discutir suas implicações no entendimento da inteligência urbana como fenômeno sociotécnico.

Desenvolveu-se um trabalho no formato de revisão narrativa, cuja coleta de dados recorreu a diversos tipos de documentos (artigos, monografias, dissertações e teses). Esse procedimento

metodológico fornece ampla descrição sobre o assunto, sem qualquer pretensão de esgotar fontes, visto que não se desenvolve por procura e análise sistemática dos dados (Cavalcante & de Oliveira, 2020).

Para Cavalcante e de Oliveira (2020), sua relevância reside na rápida atualização das investigações sobre a temática. Dado o procedimento adotado, a pesquisa é de natureza qualitativa, no estudo revisional sobre o campo de estudos das cidades inteligentes e sustentáveis.

O estudo em formato revisional incorpora fontes bibliográficas ou eletrônicas visando à obtenção de resultados de investigações de outros pesquisadores, para fundamentar de maneira teórica um determinado objetivo de pesquisa, conforme orientação de Rother (2007). Dessa forma, o foco deste trabalho reside na linha do tempo do campo de estudo das cidades inteligentes e sustentáveis.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

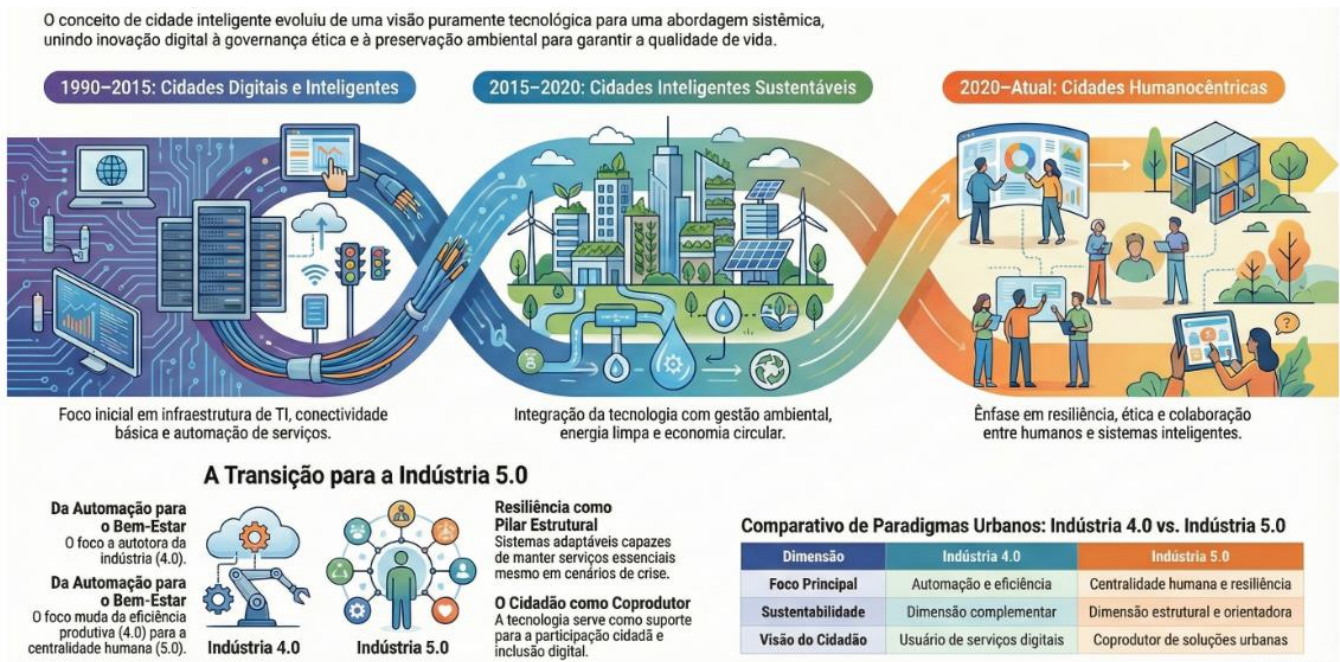
A análise da literatura examinada permite observar que o campo das cidades inteligentes passou por um processo de ampliação conceitual, no qual abordagens inicialmente centradas na infraestrutura digital foram progressivamente incorporando dimensões sociais, ambientais e institucionais. Essa trajetória revela não apenas a evolução tecnológica dos sistemas urbanos, mas também uma mudança de perspectiva teórica, que desloca o foco da eficiência operacional para a sustentabilidade, a resiliência e o bem-estar humano. Assim, a inteligência urbana deixa de ser compreendida exclusivamente como capacidade técnica de processamento de dados e passa a ser interpretada como resultado de interações entre tecnologia, governança e valores coletivos.

A evolução do campo de estudo das cidades inteligentes revela uma trajetória que parte de modelos tecnocêntricos para abordagens sistêmicas e sustentáveis. Inicialmente, o debate concentrou-se em infraestrutura digital e conectividade, mas progressivamente incorporou dimensões sociais, ambientais e institucionais (Sikos Tomay & Szendi, 2023). Essa movimentação sugere maturidade conceitual e reconhecimento da cidade como ecossistema complexo.

No plano tecnológico, observa-se convergência entre IoT, IA, *big data* e computação em nuvem como pilares da gestão urbana digital (Silva et al., 2023). Essas tecnologias viabilizam análise preditiva, otimização de serviços públicos e respostas rápidas a eventos críticos. No entanto, sua implementação requer arcabouços em regulação e capacidades institucionais que nem sempre figuram nos municípios.

Essa trajetória evolutiva pode ser visualizada de forma sintética, permitindo observar a transição de abordagens centradas em infraestrutura digital para modelos orientados à sustentabilidade e ao humanocentrismo. A representação gráfica a seguir ilustra essa progressão conceitual.

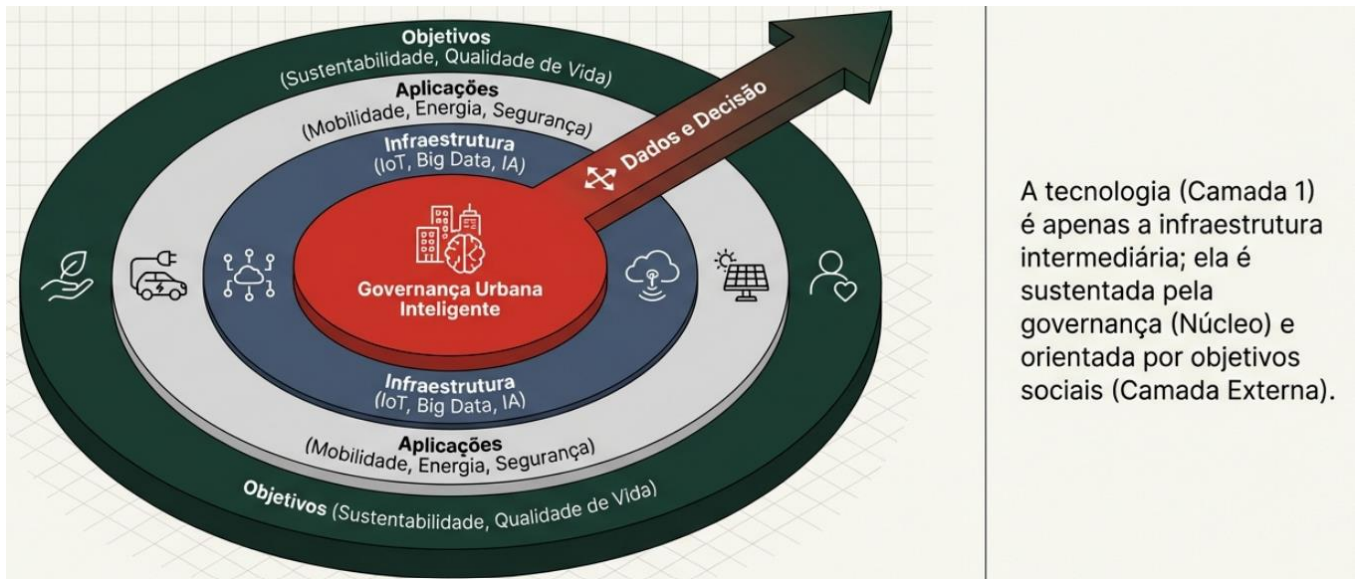
Figura 1 – Evolução conceitual das cidades inteligentes



Nota. Elaboração própria, adaptação de Ahvenniemi et al. (2017); Breque et al. (2021).

A inteligência urbana começou a incorporar dimensões ambientais e sociais de maneira cada vez mais integrada (Figura 1). Tal evolução reforça a compreensão de que tecnologia e sustentabilidade não operam de forma isolada, mas constituem elementos interdependentes do planejamento urbano contemporâneo. Se a Figura 1 destaca a evolução conceitual, torna-se igualmente relevante compreender como os componentes tecnológicos se articulam na prática. O ecossistema tecnológico das cidades inteligentes sustentáveis pode ser entendido como uma rede integrada de infraestruturas digitais e objetivos sistêmicos, conforme ilustrado a seguir.

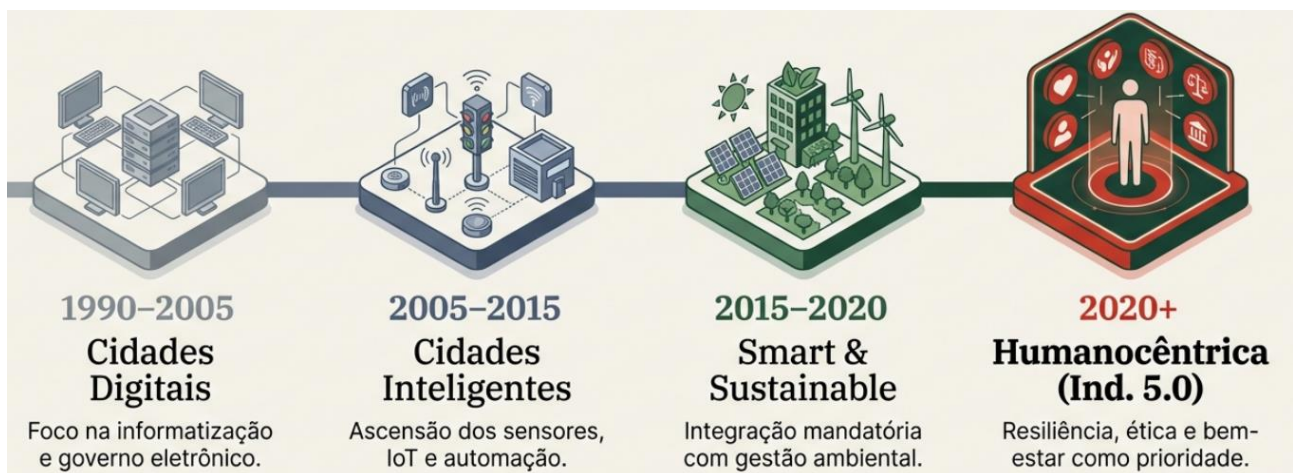
Figura 2 – Ecossistema tecnológico das cidades inteligentes sustentáveis



Nota. Elaboração própria, adaptação de Silva et al. (2023); Höjer e Wangel (2014).

Observa-se que a governança ocupa posição de destaque, coordenando tecnologias e finalidades sociais. Esse arranjo reforça a ideia de que a inteligência urbana depende tanto de capacidade institucional quanto de inovação digital. A consolidação desse modelo urbano também pode ser analisada sob a perspectiva temporal, evidenciando os marcos que conduziram ao paradigma atual. A linha do tempo a seguir sintetiza os principais estágios dessa evolução.

Figura 3 – Linha do tempo da trajetória da inteligência urbana



Nota. Elaboração própria, com base em Sikos Tomay e Szendi (2023); Breque et al. (2021).

A progressão histórica demonstra que cada fase ampliou o escopo anterior, incorporando novas camadas de complexidade. O estágio atual evidencia a convergência entre sustentabilidade, resiliência e centralidade humana. A dimensão ambiental tem ganhado centralidade, especialmente diante das mudanças climáticas e da pressão sobre recursos naturais. Estratégias como redes elétricas inteligentes (*smart grids*), mobilidade elétrica e monitoramento de emissões demonstram como a digitalização pode apoiar iniciativas de descarbonização (Ahvenniemi et al., 2017). Assim, tecnologia e sustentabilidade passam a atuar de forma interdependente.

No Brasil, o campo apresenta crescimento acadêmico e institucional, com destaque para produção científica em programas de pós-graduação e experiências municipais voltadas à inovação urbana (Lazzaretti et al., 2019). Entretanto, persistem desafios relacionados a desigualdades regionais, financiamento e dependência de soluções corporativas globais (Reia & Cruz, 2023). Tal cenário reforça a necessidade de modelos adaptados às realidades locais.

Sob a perspectiva da Indústria 5.0, as cidades inteligentes sustentáveis passam a ser interpretadas como ambientes de colaboração entre humanos e tecnologia, em vez de espaços de automação total (Breque et al., 2021). Essa abordagem valoriza resiliência urbana, inclusão social e ética na inovação. Consequentemente, a inteligência da cidade não se limita a sensores e algoritmos, mas inclui capacidade institucional e participação cidadã.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação identificou que o conceito de cidades inteligentes evoluiu de uma visão predominantemente tecnológica para um paradigma integrado de sustentabilidade e centralidade humana. Conforme se demonstrou ao longo da análise e sintetizado nos elementos visuais, a inteligência urbana contemporânea depende da coordenação entre inovação digital, governança e responsabilidade socioambiental. Essa transição reflete a maturidade conceitual do campo e a superação de modelos estritamente tecnocêntricos.

A comparação entre Indústria 4.0 e Indústria 5.0 mostrou que a transformação em curso não se restringe à adoção de novas tecnologias, mas envolve redefinições de propósito e valores orientadores. A Indústria 5.0, ao enfatizar resiliência, ética e sustentabilidade, aproxima-se diretamente do paradigma das cidades inteligentes sustentáveis, em que a tecnologia atua como meio para promover bem-estar coletivo. Dessa forma, a inteligência da cidade torna a ser compreendida como fenômeno sociotécnico, no qual sistemas digitais e capacidades humanas operam de forma complementar.

A análise do ecossistema tecnológico urbano e da evolução histórica do conceito reforça que a inovação deve ser acompanhada por estruturas institucionais capazes de assegurar inclusão, proteção de dados e participação cidadã. Sem governança adequada, a digitalização pode ampliar desigualdades ou gerar dependência tecnológica, comprometendo os objetivos de sustentabilidade. Portanto, o avanço das cidades inteligentes requer equilíbrio entre eficiência técnica e legitimidade social.

Como limitação, destaca-se que a revisão narrativa não adota protocolo sistemático de busca, podendo não contemplar integralmente a produção internacional mais recente (Rother, 2007). Ainda assim, o estudo contribui ao integrar perspectivas tecnológicas, ambientais e humanas, oferecendo uma visão evolutiva do campo. Pesquisas futuras podem aprofundar análises comparativas entre cidades, desenvolver indicadores de maturidade humanocêntrica e investigar os impactos práticos da Indústria 5.0 nas políticas urbanas. Em síntese, compreender a cidade inteligente sustentável como construção sociotécnica em permanente transformação implica reconhecer que o futuro dos sistemas urbanos dependerá menos da sofisticação isolada das tecnologias e mais da capacidade coletiva de orientá-las para fins socialmente justos, ambientalmente responsáveis e institucionalmente legítimos.

REFERÊNCIAS

- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>
- Breque, M., de Nul, L., & Petridis, A. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/>
- Cavalcante, L. T. C., & de Oliveira, A. A. S. (2020). Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. *Psicologia em Revista*, 26 (1), 83-102. <https://doi.org/10.5752/P.1678-9563.2020v26n1p82-100>
- Dhingra, M., & Chattopadhyay, S. (2016). Advancing smartness of traditional settlements - Case analysis of Indian cities. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5 (2), 549–563. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2016.08.004>
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., & Meijers, E. (2007). Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities (p. 11). Vienna University of Technology, Centre of Regional Science. http://www.smart-cities.eu/download/city_ranking_final.pdf

- Glasmeier, A., & Christopherson, S. (2015). Thinking about Smart Cities. *Journal of Regions, Economy and Society*, 8, 3-12. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu034>
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszcak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1–16. <https://ieeexplore.ieee.org/document/5512826>
- Höjer, M., & Wangel, J. (2014). Smart sustainable cities: Definition and challenges. *ICT Innovations for Sustainability*, 333–349. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7_20
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303–320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2012). Smart cities in the innovation age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25 (2), 93–95. <https://research.vu.nl/en/publications/smart-cities-in-the-innovation-age/>
- Lazzaretti, K., Sehnem, S., Bencke, F. F., & Machado, H. P. V. (2019). Cidades inteligentes: insights e contribuições das pesquisas brasileiras. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20190118. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.e20190118>
- Reia, J., & Cruz, L. (2023). Cidades inteligentes no Brasil: conexões entre poder corporativo, direitos e engajamento cívico. *Cadernos Metrópole*, 25, 467-490. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5705>
- Ronchi, C. C., Todaro, M. E. C., & Serra, A. R. C. (2023). Cidades inteligentes, pessoas inteligentes e desinformação. *Revista de Ciências da Administração*, 1 (Especial), 1-13. <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2023.e96300>
- Rother, E. T. (2007). Revisión sistemática X Revisión narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20, v-vi. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>
- Santos, É. L. D., Franz, N. M., Simão, A. G., Ternoski, S., Silva, C. L. D., & Santos, G. D. (2022). Cidades inteligentes e sustentáveis: percepções sobre a cidade de Curitiba/ PR a partir dos planos plurianuais de 2014 a 2021. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 14, e20210299. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210299>
- Sikos Tomay, T., & Szendi, D. (2023). Measuring the economic and environmental sustainability of cities with county rank, 2020–2021. *Területi Statisztika*, 63 (1), 88–124. <https://doi.org/10.15196/TS630104>
- Silva, M. S., Avellar, A. P., Furtado, B. A., Pompermayer, F. M., & Kubota, L. C. (2023). Tecnologias digitais para cidades inteligentes: notas para uma agenda de pesquisa. *RADAR nº 74 - Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*.

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12637/1/Radar_74_Art3_Tecnologias_digitais_para_cidades_inteligentes.pdf

Tambelli, C. N. (2018). Smart Cities: uma breve investigação crítica sobre os limites de uma narrativa contemporânea sobre cidades e tecnologia. *Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio-ITS Rio*.

https://itsrio.org/wp-content/uploads/2018/03/clarice_tambelli_smartcity.pdf

Tezza, R., Hochsteiner, P., & Kieling, A. P. (2024). Análise de indicadores para cidades inteligentes: uma revisão sistemática e proposta de agenda de pesquisa. *P2P & Inovação*, 10 (2).

<https://doi.org/10.21728/p2p.2024v10n2e-6879>