

ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE CIDADES INTELIGENTES EM CAPITALS BRASILEIRAS: BARREIRAS E OPORTUNIDADES PARA O PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

DOI: 10.5281/zenodo.17538003

Érica Damasceno Ferreira

Bacharel em Administração pela Universidade Federal do Amazonas, especialista em Gestão de Pessoas pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e em Economia da Inovação (UEA). E-mail: ericasdamasceno17@gmail.com.

Matheus Müller Batista Ferreira

Bacharel em Direito pelo Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM/ULBRA), especialista em Gestão, Governança e Setor Público pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e em Direito Público pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Mestrando em Estudos Jurídicos com Ênfase em Direito Internacional pela Must University. E-mail: matheussmuller18@gmail.com.

RESUMO: Este trabalho possui como objetivo geral analisar as barreiras e oportunidades relacionadas à adoção de tecnologias de cidades inteligentes nas capitais brasileiras, com foco na sua contribuição para o planejamento urbano sustentável. Busca-se compreender de que maneira a integração entre inovação, gestão pública e políticas urbanas pode favorecer o desenvolvimento de soluções mais eficientes e inclusivas para o espaço urbano. A metodologia utilizada possui abordagem qualitativa, com pesquisa bibliográfica e documental, fundamentada em estudos acadêmicos, relatórios institucionais e marcos normativos sobre cidades inteligentes e planejamento urbano sustentável. A análise concentra-se na literatura nacional e internacional, permitindo identificar conceitos, tendências e fatores críticos que influenciam a realidade brasileira. Como principais resultados, as capitais brasileiras enfrentam desafios significativos na adoção de tecnologias de cidades inteligentes, como restrições financeiras, falta de capacitação técnica, fragmentação administrativa e resistência cultural. No entanto, essas tecnologias oferecem oportunidades para otimizar a gestão urbana, melhorar a mobilidade, aumentar a eficiência no uso de recursos e ampliar a participação cidadã. A implementação bem-sucedida de cidades inteligentes depende da integração entre inovação tecnológica, políticas públicas inclusivas e governança colaborativa, podendo transformar os desafios em soluções que promovam cidades mais sustentáveis, resilientes e com melhor qualidade de vida para os cidadãos.

Palavras chave: Cidades Inteligentes. Capitais Brasileiras. Barreiras. Oportunidades.

ABSTRACT: The main objective of this study is to analyze the barriers and opportunities related to the adoption of smart city technologies in Brazilian capitals, focusing on their contribution to sustainable urban planning. It seeks to understand how the integration of innovation, public management, and urban policies can promote the development of more efficient and inclusive solutions for urban spaces. The methodology used is qualitative, based on bibliographic and documentary research, supported by academic studies, institutional reports, and regulatory frameworks on smart cities and sustainable urban planning.

The analysis focuses on both national and international literature, allowing for the identification of concepts, trends, and critical factors influencing the Brazilian context. As the main findings, Brazilian capitals face significant challenges in adopting smart city technologies, including financial constraints, lack of technical expertise, administrative fragmentation, and cultural resistance. However, these technologies offer opportunities to optimize urban management, improve mobility, increase resource efficiency, and enhance citizen participation. The successful implementation of smart cities depends on the integration of technological innovation, inclusive public policies, and collaborative governance, transforming challenges into solutions that promote more sustainable, resilient cities with improved quality of life for their inhabitants.

Keywords: Smart Cities. Brazilian Capitals. Barriers. Opportunities.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento urbano acelerado e os desafios associados à mobilidade, à gestão de recursos, ao meio ambiente e à qualidade de vida têm impulsionado o debate sobre novas estratégias de planejamento das cidades. Nesse cenário, o conceito de cidades inteligentes (*smart cities*) emerge como uma abordagem inovadora, orientada ao uso intensivo de tecnologias digitais, sistemas conectados e governança baseada em dados, com o objetivo de tornar os espaços urbanos mais eficientes, sustentáveis e inclusivos. No Brasil, as capitais assumem papel central nesse processo, pois concentram grande parte da população, das atividades econômicas e das demandas por serviços públicos, exigindo soluções que conciliem desenvolvimento urbano, inovação e equidade social.

Entretanto, a adoção de tecnologias inteligentes no contexto brasileiro encontra barreiras estruturais significativas, como desigualdades socioespaciais, limitações de infraestrutura, baixa conectividade digital, escassez de financiamento e pouca integração entre políticas públicas e planejamento urbano. Ao mesmo tempo, surgem oportunidades relevantes para o fortalecimento de uma governança urbana sustentável, apoiada em instrumentos técnicos que otimizam a tomada de decisão, estimulam a transparência e promovem maior participação cidadã. Assim, investigar as condições de implementação de iniciativas de cidades inteligentes em capitais brasileiras permite compreender como tais tecnologias podem efetivamente contribuir para a transformação positiva dos territórios urbanos.

Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar as barreiras e oportunidades relacionadas à adoção de tecnologias de cidades inteligentes nas capitais brasileiras, com

foco na sua contribuição para o planejamento urbano sustentável. Busca-se compreender de que maneira a integração entre inovação, gestão pública e políticas urbanas pode favorecer o desenvolvimento de soluções mais eficientes e inclusivas para o espaço urbano.

A metodologia utilizada possui abordagem qualitativa, com pesquisa bibliográfica e documental, fundamentada em estudos acadêmicos, relatórios institucionais e marcos normativos sobre cidades inteligentes e planejamento urbano sustentável. A análise concentra-se na literatura nacional e internacional, permitindo identificar conceitos, tendências e fatores críticos que influenciam a realidade brasileira.

O referencial teórico está estruturado em três eixos. O primeiro aborda os conceitos e modelos de cidades inteligentes, destacando suas dimensões e parâmetros de avaliação. O segundo discute o planejamento urbano sustentável e a governança de cidades inteligentes, enfatizando a necessidade de integrar tecnologias, gestão pública e participação social. O terceiro examina barreiras e oportunidades na implementação de tecnologias urbanas, com foco no contexto das capitais do Brasil. Por fim, apresenta-se uma conclusão que sintetiza os principais achados e reflexões, reforçando a importância do planejamento urbano inteligente para a construção de cidades mais resilientes, equitativas e preparadas para os desafios contemporâneos.

2 CONCEITO E MODELOS DE CIDADES INTELIGENTES

O conceito de cidade inteligente origina-se das abordagens geográficas contemporâneas de desenvolvimento urbano, baseadas em políticas que promovem transformações territoriais ao incentivo à participação efetiva dos cidadãos e à colaboração entre diferentes tipos de inteligência — humana, coletiva e artificial — esta última por meio do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Além disso, a busca por soluções que tornem a vida humana mais sustentável em um ambiente em constante mudança foi um dos principais fatores que contribuíram para o surgimento das cidades inteligentes (Cury e Marques, 2017).

Para Silveira (2003), a cidade inteligente representa um processo de renovação e reinvenção das áreas urbanas, porém não se trata apenas da transformação da cidade como um todo, como abordaremos adiante. Trata-se, na verdade, de uma forma de apropriação,

modificação e até mesmo recriação do espaço urbano, justificadas pelas mudanças nos padrões tecnológicos e produtivos, que acompanham o surgimento de novas formas espaciais ou pela revitalização de antigas formas espaciais com novos conteúdos.

A noção de cidade inteligente está diretamente relacionada ao conceito de sustentabilidade. Gerenciar um ambiente sustentável, onde as ações levam em consideração as características específicas de cada ecossistema e o objetivo de promover uma boa qualidade de vida para os cidadãos, apresenta-se como um grande desafio a ser enfrentado no século XXI (Cury e Marques, 2017).

Como modelos de cidades inteligentes, a BBC (2024) em seu artigo destaca como cinco das cidades mais bem classificadas no Índice de Cidades Inteligentes 2024 do Instituto Internacional para o Desenvolvimento de Gestão (IMD) — Camberra (Austrália), Singapura, Lausanne (Suíça), Londres (Reino Unido) e Abu Dhabi (Emirados Árabes Unidos) — estão implementando soluções tecnológicas e sustentáveis para melhorar a qualidade de vida de seus moradores.

O índice avalia 142 cidades com base em critérios como economia, tecnologia, saúde, segurança, mobilidade, governança e sustentabilidade. Em 2024, as dez primeiras posições foram dominadas por cidades europeias e asiáticas, com Zurique (Suíça) liderando o ranking. Nenhuma cidade das Américas aparece entre as 20 primeiras; Santiago (Chile) é a melhor latino-americana, em 117º lugar, e Brasília, São Paulo e Rio de Janeiro ficaram entre as últimas posições.

Camberra (3º lugar) se destaca pela baixa poluição, amplas áreas verdes e políticas de energia limpa com metas de emissão zero até 2045. A cidade investe em iluminação inteligente, gestão de resíduos e tráfego, além de incentivar startups e trabalho remoto com internet de alta qualidade.

Singapura (5º lugar) utiliza dados abertos e tecnologias de pagamento sem contato para otimizar o transporte público e reduzir congestionamentos. O governo aposta em sustentabilidade e agricultura urbana, com projetos como fazendas hidropônicas integradas à infraestrutura urbana.

Lausanne (7º lugar) combina o charme de uma cidade pequena com serviços digitais eficientes e políticas ambientais robustas. Mantém 360 hectares de áreas verdes e planta mais de 1,4 mil árvores por ano, além de promover uma transição digital sustentável.

Londres (8º lugar) investe em mobilidade ativa (transporte público, bicicletas e caminhadas) e infraestrutura para veículos elétricos, buscando ser neutra em carbono até 2030. O plano “ULEZ” incentiva o uso de carros elétricos e reduz emissões.

Abu Dhabi (10º lugar) foca em transporte inteligente e integração multimodal. O bairro planejado Masdar City é símbolo da inovação urbana sustentável, com prédios de alta eficiência energética e ampla geração solar.

De modo geral, o texto evidencia que as cidades mais inteligentes combinam tecnologia, sustentabilidade e inclusão social para criar ambientes urbanos mais eficientes, limpos e habitáveis — servindo de referência global para o futuro das cidades.

2.1 PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL E GOVERNANÇA DE CIDADES INTELIGENTES

O planejamento urbano constitui um campo de caráter multidisciplinar voltado à organização espacial e funcional das cidades, com o propósito de equilibrar o crescimento econômico, o uso racional do solo, a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida. Tradicionalmente, esteve associado a modelos convencionais de expansão urbana, centrados sobretudo na infraestrutura física e no aumento populacional (Harvey, 1996). Contudo, nas últimas décadas, o conceito passou por uma significativa transformação, incorporando dimensões relacionadas à sustentabilidade, à governança participativa e à inovação tecnológica.

No contexto brasileiro, o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) constituiu um marco regulatório fundamental ao estabelecer diretrizes para a política urbana e afirmar a função social da cidade e da propriedade. A partir dele, instrumentos como o Plano Diretor passaram a ser de aplicação obrigatória em municípios com mais de 20 mil habitantes, consolidando o planejamento urbano integrado como elemento essencial para a formulação e implementação de políticas públicas locais voltadas ao desenvolvimento sustentável e à gestão democrática do território.

Azevedo Guedes *et al.* (2018) destacam que, ao se conceber uma cidade inteligente, é imprescindível considerar simultaneamente os aspectos de sustentabilidade. De forma complementar, Huovila *et al.* (2019) afirmam que os conceitos de cidades sustentáveis e inteligentes estão tão interligados que podem ser compreendidos sob uma única perspectiva: a de Cidades Inteligentes e Sustentáveis (CSI). Observa-se, portanto, que o elemento comum entre as diversas definições de Cidades Inteligentes é o uso estratégico da tecnologia para otimizar e administrar as funções essenciais do ambiente urbano. Nesse sentido, Chourabi *et al.* (2012) definem a Cidade Inteligente como “um ícone de uma cidade sustentável e habitável”.

O conceito de cidade inteligente, a noção de cidade sustentável emergiu no início da década de 1990 (Janik; Ryszko; Szafraniec, 2020). No entanto, desde os anos 1970 já se iniciavam debates em torno da sustentabilidade, motivados pela crescente preocupação com os vínculos entre urbanização, qualidade ambiental e pobreza, que ganhavam destaque no cenário internacional (Bulkeley; Betsill, 2005). Para Satterthwaite (1997), o conceito de Cidade Sustentável está associado à busca pela melhoria da qualidade de vida urbana, ao desenvolvimento de sistemas de mobilidade mais eficientes, à redução da poluição e ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, bem como à promoção da eficiência energética e da conservação dos recursos hídricos — elementos fundamentais para consolidar um modelo urbano sustentável.

As cidades inteligentes envolvem múltiplas dimensões, porém algumas são fundamentais para ampliar a compreensão sobre seu funcionamento. Entre elas, destacam-se as condições contextuais, os modelos de governança e a avaliação do valor público (Walravens; Ballon, 2013; Meijer; Gil-Garcia; Bolívar, 2016). De maneira mais direta, o elemento essencial para a concretização de uma cidade inteligente é a governança inteligente (Gil-Garcia, 2012; Scholl; Scholl, 2014). Isso se deve ao fato de que, segundo Nesti (2019), uma cidade pode ser considerada inteligente quando adota um modelo inovador de governança colaborativa voltado à formulação de políticas urbanas que promovam a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, bem como a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

A temática da governança em cidades inteligentes passou a ganhar destaque apenas nas discussões mais recentes da literatura (Glasmeier; Nebiolo, 2016), embora

represente um elemento essencial para a consolidação desse modelo urbano. O Parlamento Europeu reconhece a governança inteligente como um fator transversal, capaz de orquestrar e integrar diversas outras dimensões de inteligência urbana (European Parliament, 2014). Nesse sentido, considerando a construção de cidades inteligentes e a governança como eixo fundamental para o desenvolvimento de projetos e iniciativas voltadas à inovação urbana, esta pesquisa, por meio de uma revisão sistemática da literatura, teve como objetivo identificar e compreender os elementos que contribuem para o fortalecimento da governança pública sob a perspectiva das cidades inteligentes.

2.2 BARREIRAS E OPORTUNIDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS URBANAS

Nos últimos anos, o conceito de “cidades inteligentes” tem se consolidado como uma abordagem inovadora e fundamental para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Uma cidade é considerada inteligente quando faz uso intensivo de tecnologias digitais e de dados para otimizar a gestão de recursos, elevar a qualidade de vida da população e promover a sustentabilidade (Axhausen *et al.*, 2012). O rápido crescimento urbano e os impactos das mudanças climáticas têm colocado em evidência as limitações dos modelos tradicionais de planejamento e administração das cidades, reforçando a necessidade de soluções que aliem avanço tecnológico e preservação ambiental.

Pesquisas recentes apontam que a integração entre soluções tecnológicas e estratégias de resiliência pode fortalecer a capacidade das cidades de responder aos desafios climáticos, promovendo não apenas a adaptação, mas também a mitigação de seus efeitos. Além disso, o planejamento urbano orientado por dados e o uso de soluções baseadas na natureza configuram-se como caminhos promissores para a construção de ambientes urbanos mais sustentáveis e resilientes (Mcphearson *et al.*, 2016).

Com o aumento dos riscos decorrentes das mudanças climáticas à infraestrutura urbana, à saúde pública e à economia, torna-se cada vez mais urgente desenvolver e implementar soluções tecnológicas capazes de antecipar e reduzir seus impactos (Smith; Jones, 2023). Entre essas inovações, destacam-se os sistemas de alerta precoce, as redes elétricas inteligentes (*smart grids*), a mobilidade urbana sustentável e as iniciativas

REVISTA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA – REC

digitais na gestão pública, todas com potencial significativo para fortalecer a resiliência das cidades frente aos efeitos climáticos.

Entretanto, a resiliência urbana não se limita ao uso da tecnologia; a participação ativa da comunidade e o planejamento inclusivo são igualmente essenciais (Da Silva *et al.*, 2024). Assim, apesar de diversas cidades ao redor do mundo estarem implementando estratégias inovadoras para melhorar tanto a infraestrutura quanto a qualidade dos serviços oferecidos à população, ainda persistem desafios relevantes na integração dessas tecnologias a práticas de resiliência climática efetivas e abrangentes.

3 CONCLUSÃO

A adoção de tecnologias de cidades inteligentes nas capitais brasileiras apresenta um cenário marcado por desafios e oportunidades significativos para o planejamento urbano sustentável. Entre as barreiras identificadas, destacam-se a limitação de recursos financeiros, a fragmentação administrativa, a falta de capacitação técnica e a resistência cultural a mudanças nos modelos de gestão urbana. Por outro lado, as oportunidades surgem na forma de maior eficiência na gestão de serviços públicos, melhoria na mobilidade urbana, otimização do consumo de recursos e ampliação da participação cidadã por meio de plataformas digitais.

A análise evidencia que a efetiva implementação de cidades inteligentes exige não apenas a incorporação de soluções tecnológicas, mas também a integração de políticas públicas inclusivas, planejamento estratégico de longo prazo e governança colaborativa. Dessa forma, as capitais brasileiras podem transformar os desafios atuais em oportunidades de inovação, promovendo cidades mais resilientes, sustentáveis e capazes de melhorar a qualidade de vida de seus cidadãos, ao mesmo tempo em que fortalecem a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

REFERÊNCIAS

AXHAUSEN, K. W.; BATTY, M.; BAZZANI, A.; GIANNOTTI, F.; OUZOUNIS, G.; PORTUGALI, Y.; POZDNOUKHOV, A.; WACHOWICZ, M. Smart cities of the future. **The European Physical Journal Special Topics**, França, v. 214, ed. 1, p. 481-518, 2012.

AZEVEDO GUEDES, A. et al. Smart Cities: The Main Drivers For Increasing The Intelligence Of Cities. *Sustainability*, 2018.

BBC. Como é viver em 5 das cidades “mais inteligentes” do mundo. 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cw4y85pl7neo>. Acesso em: 2 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BULKELEY, H.; BETSILL, M. Rethinking sustainable cities: multilevel governance and the “urban” politics of climate change. *Environmental Politics*, v. 14, n. 1, p. 42–63, 2005.

CHOURABI, H. et al. Understanding smart cities: an integrative framework. In: **HICSS** – 45th Hawaii International Conference on System Science, 2012. Proceedings [...]. p. 2289–2297, 2012.

CURY, M. J. F.; MARQUES, J. A. L. F. A cidade inteligente: uma reterritorialização. *REDES: Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 22, n. 1, p. 102-117, 2017.

DA SILVA, Moisés F.; MOLDERO, Leonardo de S.; TRINDADE, Luciano H.; BARBOSA, Antônio P. Cidades inteligentes e prevenção de desastres: transformando dados em estratégias resilientes. Aracê, [S. I], v. 4, pág. 18618–18631, 2024.

EUROPEAN PARLIAMENT. Mapping smart cities in the EU. Brussels, Belgium: European Parliament, Directorate General for internal policies, 2014. Disponível em: [europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOLITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](http://europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOLITRE_ET(2014)507480_EN.pdf). Acesso em: 2 nov. 2025.

GIL-GARCIA, J. R. Towards a smart State? Interagency collaboration, information integration, and beyond. **Information and Polty**, v. 17, p. 269-280, 2012.

GLASMEIER, A. K.; NEBIOLO, M. Thinking about smart cities: the travels of a policy idea that promises a great deal, but so far has delivered modest results. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1-11, 2016.

HARVEY, David. Espaços urbanos na aldeia global: reflexões sobre a condição urbana no capitalismo no final do século XX. **Cadernos de arquitetura e urbanismo**, v. 4, n. 4, p. 171-190, 1996.

Huovila, A., Bosch, P., Airaksinen, M. Comparative Analysis Of Standardized Indicators For Smart Sustainable Cities: What Indicators And Standards To Use And When? *Cities*, 89, 141–153, 2019.

Janik, A.; Ryszko, A.; Szafraniec, M. Scientific Landscape Of Smart And Sustainable Cities Literature: A Bibliometric Analysis. **Sustainability** (Switzerland), V. 12, N. 3, 2020.

MEIJER, A. J. Smart City Governance: a Local Emergent Perspective. In: GIL-GARCIA, J. R.; PARDO, T. A.; NAM, T. Smarter as the new urban agenda. **Switzerland: Springer International Publishing**, 2016.

NESTI, G. Mainstreaming gender equality in smart cities: theoretical, methodological and empirical challenges. **Information Polity**, v. 24, n. 3, p. 289304, 2019.

Satterthwaite, David. Sustainable Cities Or Cities That Contribute To Sustainable Development. **Urban Studies**, V. 34, N. 10, P. 1667-1691, 1997.

SCHOLL, H. J.; SCHOLL, M. C. Smart governance: a roadmap for research and practice. In: ICONFERENCE 2014 PROCEEDINGS, 2014, **Berlim. Anais...** Berlim: IConference, 2014. p. 163-176.

SILVEIRA, R.L.L. Redes e Território: Uma breve contribuição geográfica ao debate sobre a relação sociedade e tecnologia. **Biblio 3w**, Barcelona, v. VIII, n. 451, p. 01-20, 2003.

WALRAVENS, N.; BALLON, P. Platform business models for smart cities: from control and value to governance and public value. **IEEE Communications Magazine**, p. 72-79, 2013.