

Cidades Inteligentes: Energia e Sustentabilidade

Smart Cities: Energy and Sustainability

Beatriz de Barros Brito¹, Stefani Carolline Leal de Freitas¹, Kathy Camila Cardozo Osinski Senhorini¹ e Jadiel Caparros da Silva¹

¹ Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Elétrica, Tocantins, Brasil

Data de recebimento do manuscrito: 01/08/2023

Data de aceitação do manuscrito: 30/09/2023

Data de publicação: 16/10/2023

Resumo— À medida que a população cresce, surgem desafios significativos que enfrentaremos nos próximos anos, especialmente para governos, empresas e universidades. Entre esses desafios, o crescimento populacional nas áreas urbanas se destaca, causando preocupação em relação ao futuro dos recursos energéticos. O desenvolvimento sustentável depende cada vez mais de uma gestão eficiente que englobe as dimensões econômica, social e ambiental. Para alcançar esse objetivo, os setores público e privado estão investindo em tecnologias e outros recursos, buscando implementar o conceito de cidade inteligente. Embora o termo "cidade inteligente" seja amplamente utilizado, ainda não existe um consenso geral sobre seu significado. No entanto, há certa unanimidade em dizer que essas cidades são caracterizadas pelo uso generalizado de tecnologias de informação e comunicação (TIC), que auxiliam as cidades a aprimorar o uso de seus recursos em diversos domínios urbanos. O presente artigo almeja realizar uma concisa introdução ao conceito de cidade inteligente, estabelecendo uma relação intrínseca com a energia e a sustentabilidade, haja vista a relevância que essa temática assume na sociedade contemporânea. Ademais, serão apresentadas algumas das principais cidades nos continentes, bem como no contexto brasileiro, destacando as razões que as qualificam como cidades inteligentes.

Palavras-chave— Cidades inteligentes, Energia, Sustentabilidade.

Abstract— With population growth come significant challenges that we must address in the coming years, especially for governments, businesses, and universities. Among these challenges, population growth in urban areas stands out as a cause for concern about the future of energy resources. Sustainable development increasingly depends on effective management that encompasses economic, social and environmental dimensions. To achieve this goal, the public and private sectors are investing in technologies and other resources in an attempt to implement the smart city concept. Although the term "smart city" is widely used, there is not yet a general consensus on its meaning. However, there is some agreement that these cities are characterized by the widespread use of information and communication technologies (ICTs), which help cities improve the use of their resources in various urban areas. This article aims to provide a brief introduction to the concept of smart city, establishing a close relationship with energy and sustainability, given the importance of this issue in today's society. It also presents some of the most important cities in the continents, as well as in the Brazilian context, highlighting the reasons that qualify them as Smart Cities.

Keywords— Smart Cities, Energy, Sustainability, Development.

I. INTRODUÇÃO

As cidades são sistemas complexos que abrigam uma grande população, empresas, meios de transporte, redes de comunicação, serviços e infraestrutura. O crescimento populacional e a urbanização apresentam desafios técnicos, sociais, econômicos e organizacionais que afetam a sustentabilidade econômica e ambiental das cidades [1].

Atualmente, as áreas urbanas abrigam cerca da metade da população mundial, resultando em uma pressão significativa

sobre diversos aspectos da vida nas cidades. Alguns fatores críticos incluem resíduos, tráfego, energia, água, educação, desemprego, saúde e criminalidade. Especificamente em relação à energia, as cidades consomem uma quantidade substancial, representando mais de 75% da produção mundial, além de serem responsáveis por 80% das emissões de gases de efeito estufa [2]. Nesse contexto, a busca por soluções tecnológicas sustentáveis e debates sobre o conceito de "Cidades Inteligentes" tornaram-se fundamentais para garantir o desenvolvimento adequado das áreas metropolitanas e a melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

Diversos autores têm utilizado a expressão "Cidades Inteligentes" para se referir à capacidade de implementar e

utilizar tecnologias no ambiente urbano. Apesar do termo “Cidade Inteligente” ser amplamente utilizado, de acordo com Neirotti [1], “ainda não há, de fato, um consenso geral sobre o significado do termo Cidade Inteligente ou quais são seus atributos descritivos. No entanto, há um amplo consenso sobre o fato de que elas são caracterizadas pelo uso generalizado de tecnologias de informação e comunicação (TIC).

O conceito de cidades inteligentes foi a inspiração para o surgimento de diversos temas relacionados, como os *Smart Buildings*, que se concentram no desenvolvimento de práticas sustentáveis para a construção de imóveis, e as *Smart Grids* que são reconhecidas por estabelecer sistemas de rede elétrica de maneira sustentável, econômica e confiável.[3]

No âmbito do plano de desenvolvimento sustentável, destaca-se a discussão sobre as questões relacionadas à energia e ao desperdício de recursos naturais. Além disso, a amplitude do tema energético revela uma estreita conexão com os setores econômicos e sociais, evoluindo constantemente devido aos avanços científicos e tecnológicos. Nesse cenário, as cidades inteligentes têm o potencial de oferecer diversas soluções e serviços para enfrentar esse desafio.

Uma questão relevante no contexto energético diz respeito à crescente demanda por energia elétrica. Inicialmente, essa demanda pode ser atenuada pelo aumento da capacidade de geração de energia, entretanto, essa abordagem acarreta implicações significativas, devido à predominância de fontes de energia não renováveis na matriz energética global. Essa situação tem estimulado a pesquisa e o desenvolvimento de fontes de energia renovável e ambientalmente mais limpas. De acordo com Yushchenko [4], em vez de simplesmente aumentar a capacidade de geração de energia, uma estratégia mais eficaz é promover a eficiência energética. Com esse objetivo em mente, tanto agências governamentais quanto empresas de distribuição de energia têm implementado programas de eficiência energética nos últimos anos. Esses programas visam incentivar a adoção de comportamentos e práticas conscientes no consumo de energia elétrica, oferecendo soluções para reduzir o desperdício.

Considerando o que foi previamente discutido, são diversas as vantagens intrínsecas às cidades inteligentes. Nesse contexto, o objetivo inicial deste estudo é conduzir uma revisão bibliográfica acerca das cidades inteligentes, com ênfase nas áreas da eletricidade, telecomunicações e sustentabilidade. Além disso, esta pesquisa visa realizar uma investigação das classificações das principais cidades inteligentes, tanto em âmbito mundial quanto no contexto brasileiro, na atualidade.

II. CIDADES INTELIGENTES NO MUNDO

Com o objetivo de estabelecer um *Ranking* que identifique as cidades mais inteligentes em cada continente, o Mobilize, portal brasileiro inteiramente dedicado ao tema da mobilidade urbana sustentável, utiliza o método do climatologista Boyd Cohen [5]. Esse método considera diversos aspectos que caracterizam uma cidade como inteligente, de forma que as informações são organizadas em seis áreas principais e, posteriormente, é realizada uma análise cruzada dos dados. O método levou em consideração: (1) o status econômico; (2) a população; (3) o meio ambiente; (4) o governo, (5) a

mobilidade; e (6) a qualidade de vida.

Neste estudo observa-se dentre os exemplos externos de cidades inteligentes, a liderança dos continentes europeu e asiático. Ao discutir objetivamente as cidades destacadas nos *Rankings* mencionados, é crucial destacar a cidade de Barcelona, na Espanha, como líder no tema [6]. O autor lista diversas razões que corroboram essa posição, tais como: um sistema de transporte por ônibus interligado; um sistema de compartilhamento de bicicletas; um método de coleta subterrânea de lixo por sucção a vácuo, com lixeiras equipadas com sensores que monitoram a quantidade de resíduos depositados; iluminação pública baseada em lâmpadas LED de alta tecnologia; e a adoção de fontes de energia renováveis [7].

Destaca-se também nesse contexto, Copenhagen, capital da Dinamarca, que tem planos de implementar uma rede de iluminação inovadora baseada em tecnologia LED e conectividade sem fio. Esse projeto tem como finalidade não apenas aumentar a segurança nas ruas da cidade, mas também reduzir o consumo energético e melhorar a experiência dos motoristas. Com o objetivo de se tornar uma capital neutra em emissão de carbono, Copenhagen estabeleceu a meta ambiciosa de atingir a neutralidade de gases de efeito estufa até o ano de 2025 [8].

Em relação ao continente asiático, Japão, China, Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos e a Índia, são as que mais investem na criação de cidades inteligentes. Pode-se citar como exemplo de desenvolvimento de cidades inteligentes em construção, o caso de Songdo, localizada na Coreia do Sul. Nessa cidade, tudo está interligado à Internet, e até mesmo as garrafas pet possuem sensores para identificar se os moradores estão descartando o lixo no recipiente de reciclagem correto. Outro exemplo é a cidade de Masdar, em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes, que está implementando painéis de energia solar para armazenar e gerar eletricidade para toda a cidade. Além disso, estão sendo implantados sistemas de transporte público com ônibus e carros elétricos. Essas iniciativas integradas demonstram o avanço na busca por soluções sustentáveis e tecnológicas [9].

Anualmente, o IMD (International Institute for Management Development), elabora o IMD Smart City Index, o principal *Ranking* mundial das cidades que estão adotando um modelo de futuro sustentável, eficiente e interconectado em benefício de seus habitantes. Na Tabela 1 é possível observar as dez melhores cidades inteligentes do mundo de acordo com esse *Ranking* [10].

TABELA 1: RANKING DAS CIDADES MAIS INTELIGENTES.

POSIÇÃO	CIDADES INTELIGENTES	PAÍS
1	Singapura	Singapura
2	Zurique	Suíça
3	Oslo	Noruega
4	Taipei	Taiwan
5	Lausanne	Suíça
6	Helsinque	Finlândia
7	Copenhagen	Dinamarca
8	Genebra	Suíça
9	Auckland	Nova Zelândia
10	Bilbao	Espanha

No Brasil, o progresso no desenvolvimento de cidades inteligentes ainda está em estágios iniciais. Essa situação não ocorre por acaso, uma vez que é possível observar a pouca infraestrutura tecnológica na maioria das cidades do país. Essa carência afeta a implementação de soluções inteligentes e inovadoras, dificultando a criação de ambientes urbanos mais conectados e eficientes. No entanto, é importante ressaltar que existem iniciativas e projetos em andamento visando superar esses desafios e impulsionar o avanço das cidades inteligentes no Brasil. A conscientização sobre a importância dessas tecnologias e o investimento em infraestrutura adequada são passos cruciais para viabilizar um progresso significativo nesse sentido.

A cidade de Curitiba, amplamente reconhecida como a capital ecológica do Brasil, desponta como um notável exemplo nacional no que tange à sua preocupação com a preservação do meio ambiente. Curitiba está entre as vinte e uma cidades mais inteligentes do mundo, segundo o Intelligent Community Forum (ICF) de 2023, uma organização sem fins lucrativos com sede no Canadá, cujas pesquisas se concentram predominantemente nas políticas relacionadas a comunidades inteligentes [11]. Desde a década de 1970, esta cidade tem sido internacionalmente reconhecida como um modelo global de transporte, urbanização e respeito ao meio ambiente. Um dos principais elementos desse sucesso é o sistema de transporte baseado em uma extensa rede de BRT (Bus Rapid Transit), implantada em 1974. Esse sistema beneficia atualmente mais de 1,3 milhão de passageiros, proporcionando um transporte público eficiente, rápido e sustentável. A estrutura de BRT de Curitiba se destaca pela integração entre diferentes linhas, corredores exclusivos para ônibus, estações bem localizadas e planejadas, além de sistemas de pagamento simplificados [7].

Em outubro de 2017, a prefeitura do Rio de Janeiro deu um passo significativo no campo das TICs com o lançamento da plataforma Data.Rio [7]. A plataforma é um recurso fundamental para acessar dados relevantes sobre a cidade do Rio de Janeiro, fornecendo suporte para tomadas de decisão embasadas em evidências concretas. Essa plataforma representa um avanço significativo no uso estratégico das TIC, contribuindo para aprimorar a qualidade de vida dos cidadãos cariocas e impulsionar o desenvolvimento sustentável da cidade.

Com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão das cidades brasileiras que se destacam como cidades inteligentes, a Tabela 2 apresenta a classificação das dez cidades do Brasil que obtiveram o melhor desempenho no *Ranking Connected Smart Cities* da edição de 2022 [12].

No contexto do exposto, a análise das iniciativas em cidades inteligentes desempenha um papel essencial na busca por abordagens necessárias para preservar o planeta e a espécie humana. Embora as iniciativas em cidades inteligentes sejam indispensáveis para promover práticas sustentáveis, melhorar a qualidade de vida e otimizar a gestão urbana, é importante reconhecer que desafios complexos exigem mudanças estruturais.

III. CONCLUSÃO

Apesar dos inegáveis benefícios proporcionados pelas TICs para a sociedade contemporânea, é imprescindível

TABELA 2: RANKING DAS CIDADES BRASILEIRAS MAIS INTELIGENTES.

POSIÇÃO	CIDADES INTELIGENTES	ESTADO
1	Curitiba	Paraná
2	Florianópolis	Santa Catarina
3	São Paulo	São Paulo
4	São Caetano do Sul	São Paulo
5	Campinas	São Paulo
6	Brasília	Distrito Federal
7	Vitória	Espírito Santo
8	Niterói	Rio de Janeiro
9	Salvador	Bahia
10	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro

destacar que a concepção e implementação de cidades inteligentes não se restringem meramente à adoção de soluções tecnológicas. A verdadeira essência de uma cidade inteligente transcende o âmbito tecnológico, demandando uma abordagem abrangente que leve em consideração diversos aspectos interdependentes, como o bem-estar dos indivíduos, a preservação do meio ambiente e a efetiva gestão pública, entre outros fatores.

Portanto, é crucial promover um diálogo amplo e inclusivo, envolvendo diversos setores da sociedade, a fim de explorar diferentes perspectivas e buscar soluções integradas. Além das iniciativas em cidades inteligentes, é necessário avaliar criticamente o sistema existente e considerar alternativas que abordem as causas fundamentais dos problemas enfrentados.

REFERÊNCIAS

- [1] P. Neirrotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, and F. Scorrano, "Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts," *Cities*, vol. 38, pp. 25–36, 2014.
- [2] Á. C. Depiné *et al.*, "Fatores de atração e retenção da classe criativa: o potencial de Florianópolis como cidade humana inteligente," 2016.
- [3] G. A. Rizzardi *et al.*, "Monitoramento de energia elétrica em residências no ambiente de cidades inteligentes," 2020.
- [4] A. Yushchenko and M. K. Patel, "Cost-effectiveness of energy efficiency programs: How to better understand and improve from multiple stakeholder perspectives?" *Energy Policy*, vol. 108, pp. 538–550, 2017.
- [5] B. Cohen, "The smartest cities in the world 2015: Methodology," *Fast Company*, vol. 11, no. 20, p. 2014, 2014.
- [6] M. P. Cohen, "Cities in times of crisis. the response of local governments in light of the global economic crisis: the role of the formation of human capital, urban innovation and strategic planning," Working Paper, Tech. Rep., 2011.
- [7] B. L. M. Manzolillo, "A experiência com cidades inteligentes no Brasil e no mundo: Visões de um futuro para políticas públicas em planejamento urbano," *Revista de Direito Urbanístico, Cidade e Alteridade*, vol. 6, no. 1, pp. 44–58, 2020.
- [8] B. S. Buckner and I. C. d. Souza, "Mobilidade urbana com segurança através da tecnologia das cidades inteligentes," 2018.
- [9] A. Lemos, "De que forma as novas tecnologias como a computação em nuvem, o big data e a IoT podem melhorar a condição de vida nos espaços urbanos," *GV executivo*, vol. 12, no. 2, pp. 46–49, 2013.
- [10] Telefônica. (2023) The ten smartest cities in the world. Tomado de <https://www.telefonica.com/en/communication-room/blog/the-ten-smartest-cities-in-the-world/> (06/07/2023).
- [11] I. C. Forum. (2023) The smart21 communities of the year. Tomado de <https://www.intelligentcommunity.org/smart21> (09/09/2023).

- [12] C. S. Cities. (2022) Ranking connected smart cities. Tomado de https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-10/relatoriorankingcsc2022.pdf (06/07/2023).