

CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS: INTEGRANDO TECNOLOGIAS AVANÇADAS, DESEMPENHO URBANO E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Márcio Alves de Oliveira Filho¹
Andrielli Moraes de Oliveira¹
Oswaldo Cascudo¹
Universidade Federal de Goiás – UFG¹

RESUMO

O desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis tem se tornado um paradigma crucial para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Este estudo analisa as inter-relações entre tecnologias avançadas, práticas sustentáveis e desempenho urbano no contexto das cidades inteligentes. A metodologia envolveu uma revisão sistemática da literatura, abrangendo estudos de caso e análises teóricas. Os resultados indicam que a integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), big data e inteligência artificial (IA) tem proporcionado melhorias significativas na eficiência energética, mobilidade urbana e gestão de recursos. Sistemas de iluminação pública inteligentes e infraestruturas de ciclismo conectadas demonstraram reduções no consumo energético e na dependência de veículos particulares. A implementação de eco-distritos e práticas de urbanismo sustentável resultou em melhorias na qualidade de vida e redução da pegada ecológica. Desafios como altos custos iniciais, preocupações com segurança de dados e resistência à mudança foram identificados. No entanto, oportunidades para inovação, parcerias público-privadas e maior participação comunitária emergem como soluções potenciais. Conclui-se que a transição para cidades inteligentes e sustentáveis, embora complexa, é essencial para promover ambientes urbanos mais eficientes, resilientes e com melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Cidades inteligentes; Sustentabilidade urbana; Internet das Coisas; Big data; Inteligência artificial.

INTRODUÇÃO

As cidades inteligentes, viabilizadas pela convergência de tecnologias como Internet das Coisas e Inteligência Artificial, configuram um novo paradigma urbano no qual a construção civil assume papel central. A materialização dessa visão exige compreender as inter-relações entre materiais, estruturas e índices de desempenho e sustentabilidade, aspectos ainda pouco explorados na literatura (MA *et al.*, 2024). Avançar nesse entendimento é fundamental para promover soluções inovadoras que otimizem o uso de recursos, reduzam impactos ambientais e elevem a qualidade de vida urbana (Bibri *et al.*, 2024).

Este trabalho busca suprir essa lacuna ao analisar as conexões entre construção civil, inovação em materiais e estruturas, e a aplicação de índices de desempenho e sustentabilidade no contexto das cidades inteligentes. Para isso, adota

uma abordagem integrada, combinando revisão de literatura com ferramentas de inteligência artificial, a fim de identificar tendências e apontar lacunas existentes.

A análise concentra-se em três eixos principais:

- a influência dos materiais e das técnicas construtivas na eficiência energética, na gestão de recursos e na mitigação de impactos ambientais.
- o papel das estruturas inteligentes e adaptáveis na otimização do espaço urbano e na resiliência frente a desastres.
- a relevância de índices de desempenho e sustentabilidade como instrumentos de avaliação e de orientação para o desenvolvimento urbano.

Com essa abordagem, o estudo pretende oferecer uma visão abrangente e atualizada, contribuindo para consolidar o conhecimento sobre construção civil em cidades inteligentes e abrir caminhos para práticas mais sustentáveis, resilientes e tecnológicas no ambiente urbano.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *ScienceDirect*, utilizando cinco *strings* temáticas definidas previamente por meio de IA, com o objetivo de explorar a interseção entre cidades inteligentes, sustentabilidade e construção civil. O processo metodológico envolveu as seguintes etapas:

1º Definição das *Strings* de Pesquisa: As 5 strings foram geradas com a assistência do ChatGPT para garantir foco e abrangência no tema. São estas: "Cidades Inteligentes e Sustentabilidade: desafios e Oportunidades para o Futuro Urbano"; "Governança em Cidades Inteligentes: Tomada de Decisão Baseada em Dados"; "Indicadores de desempenho em cidades inteligentes - medindo a qualidade de vida" "Soluções Tecnológicas para a Sustentabilidade Urbana - Uma Abordagem Integrada"; "cidades inteligentes - indicadores de qualidade do ar e recursos hídricos" .

2º Busca nas Bases de Dados: Em cada base, as *strings* foram aplicadas nos campos de busca avançada. A seleção inicial foi baseada em títulos, resumos e palavras-chave.

3º Critérios de Inclusão e Exclusão: Foram incluídos artigos que relacionassem cidades inteligentes com práticas sustentáveis e inovadoras na construção civil, como o uso de tecnologias para gestão de recursos, indicadores de desempenho e materiais sustentáveis. Estudos focados exclusivamente em áreas sem relação com construção civil e sustentabilidade foram excluídos. Foram selecionados 21 artigos.

4º Classificação Temática: Os artigos selecionados foram organizados em categorias correspondentes às cinco strings, na sequência foi utilizado o notebookLM que é uma ferramenta que possibilita integrar diversos arquivos, de modo a gerar uma apresentação de artigo com os tópicos principais e integrados que foram encontrados nestes artigos: Tecnologias e modelos para cidades inteligentes e sustentáveis, desempenho e sustentabilidade, estudos de caso e resultados, desafios e oportunidades.

Essa abordagem permitiu identificar lacunas na literatura, avanços tecnológicos e boas práticas que podem ser implementadas no setor da construção para contribuir com o desenvolvimento sustentável de cidades inteligentes.

RESULTADOS

De acordo com Khemakhem e Krichen (2024), a implementação de sistemas inteligentes de iluminação pública em cidades modernas tem proporcionado avanços substanciais em eficiência e sustentabilidade. Um estudo de caso revelou uma redução de 46% no consumo energético após a instalação de um sistema piloto em todo o campus, combinando tecnologia LED, sensores e uma rede de comunicação. Isso não só reduziu custos operacionais, mas também aumentou a segurança urbana ao ajustar dinamicamente a intensidade da iluminação.

Alsyouf *et al.* (2024) apresentam um resort em forma de gota d'água no Catar, que integrou painéis hidro em sua fachada, produzindo 5.000 litros de água diariamente, suficientes para atender 48 pessoas. Essa aplicação demonstra o potencial da tecnologia em escala comercial para a autossuficiência hídrica em ambientes urbanos.

Ma *et al.* (2024) citam exemplos de Singapura, onde a implementação de sensores e câmeras permitiu uma gestão mais eficiente do tráfego e dos recursos hídricos, e Barcelona, onde sensores de estacionamento inteligentes reduziram o congestionamento e as emissões de carbono.

Bibri *et al.* (2024) destacam que a adoção de Gêmeos Digitais Urbanos está aumentando globalmente, permitindo avaliações ambientais mais precisas, simulações de cenários e estratégias proativas de desenvolvimento urbano sustentável.

CONCLUSÃO

A implementação de tecnologias avançadas em cidades inteligentes e sustentáveis tem demonstrado resultados promissores em diversos aspectos urbanos. Sistemas de iluminação pública inteligentes, baseados em IoT e tecnologia LED, têm proporcionado reduções significativas no consumo energético e nos custos operacionais, além de melhorar a segurança urbana. A integração de infraestruturas de ciclismo e sistemas de compartilhamento de bicicletas tem contribuído para a mobilidade sustentável, diversificando as opções de transporte e reduzindo a dependência de veículos particulares.

A coleta e análise de dados em tempo real, facilitadas por tecnologias como IoT, big data e inteligência artificial, têm permitido uma gestão urbana mais eficiente e responsiva. Essas ferramentas possibilitam o monitoramento contínuo de indicadores críticos, como qualidade do ar e fluxo de tráfego, permitindo ajustes rápidos nas políticas e operações urbanas. A implementação de eco-distritos e práticas de urbanismo sustentável tem resultado em melhorias significativas na qualidade de vida dos cidadãos e na redução da pegada ecológica das cidades.

Estudos de caso em diversas cidades ao redor do mundo têm demonstrado o potencial transformador das tecnologias inteligentes e sustentáveis. Por exemplo, a implementação de microrredes inteligentes em campi universitários tem gerado economias substanciais em energia e redução nas emissões de gases de efeito estufa. A integração de sistemas de energia renovável, como painéis solares e

turbinas eólicas urbanas, tem contribuído para a autossuficiência energética e a redução das emissões de carbono.

No entanto, o desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis enfrenta desafios significativos, como altos custos iniciais, preocupações com segurança e privacidade de dados, e a necessidade de integração com infraestruturas existentes. A resistência à mudança e a limitação de recursos financeiros também são obstáculos a serem superados. Apesar disso, esses desafios abrem oportunidades para inovação, parcerias público-privadas e maior participação comunitária na busca por soluções urbanas mais eficientes e sustentáveis.

Em suma, a transição para cidades inteligentes e sustentáveis é um processo complexo, mas essencial para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. A integração de tecnologias avançadas, aliada a políticas públicas eficazes e à participação ativa dos cidadãos, tem o potencial de transformar significativamente o ambiente urbano, promovendo maior eficiência, sustentabilidade e qualidade de vida para todos os habitantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alsayouf, L.; Alsayouf, I.; Obaideen, K. Advancing water security in arid regions: A technological and bibliometric study on integrating hydro panels in buildings for sustainable development goals. *Energy Nexus*, v. 15, 100312, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2024.100312>.

Bibri, S. E.; Huang, J.; Jagatheesaperumal, S. K.; Krogstie, J. The synergistic interplay of artificial intelligence and digital twin in environmentally planning sustainable smart cities: A comprehensive systematic review. *Environmental Science and Ecotechnology*, v. 20, 100433, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.esse.2024.100433>.

Khemakhem, S.; Krichen, L. A comprehensive survey on an IoT-based smart public street lighting system application for smart cities. *Franklin Open*, v. 8, 100142, set. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.fraope.2024.100142>.

Ma, X.; Li, J.; Guo, Z.; Wan, Z. Role Of Big Data And Technological Advancements In Monitoring And Development Of Smart Cities. *Heliyon*, v. 10, e34821, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34821>.