



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro **2022**

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E CIDADES INTELIGENTES: UMA ABORDAGEM TEÓRICA

Clayton Pereira de Sá

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

Vitória Ceccato

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

Leila Cleuri Pryjma

Instituto Federal do Paraná - IFPR

Regina Negri Pagani

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

João Luiz Kovaleski

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UTFPR

Resumo: O tema Sistemas de Informação (SI) é discutido em diversas pesquisas acadêmicas, bem como por diversos autores em livros e demais produções. Em geral, o sistema de informação nada mais é do que um conjunto de processos que envolvem sistemas, pessoas, documentos ferramentas, tendo como função auxiliar a gestão de uma empresa, instituição ou uma cidade, por exemplo. Outro assunto que está ganhando destaque em diversos centros de pesquisa, é o tema: cidades inteligentes. As discussões sobre como as cidades podem ser mais inteligentes, oferecendo melhores serviços para os cidadãos vêm ganhando importância no meio acadêmico. Partindo desta ótica, este estudo visa investigar nas produções científicas a relação entre o tema sistemas de informação gerencial e cidades inteligentes. Assim, o objetivo deste estudo é identificar se os sistemas de informações estão sendo utilizados para melhorar o processo de gestão das cidades inteligentes, ou seja, se a literatura apresenta essa relação. A presente pesquisa utiliza como metodologia a revisão sistemática de literatura, conhecida como Methodi Ordinatio. Basicamente, esta metodologia é composta por nove fases, sendo utilizada uma fórmula conhecida como InOrdinatio, possibilitando ranquear os artigos do portfólio pesquisado. O estudo é qualitativo e exploratório. As bases de dados consultadas foram: Scopus e Web of Science. Com relação aos resultados, identificou-se que todos os artigos analisados apresentam algum tipo de sistema de informação ou tecnologia sendo utilizados em cidades inteligentes. Por fim, após análise do portfólio de artigos selecionados, pode-se concluir que uma cidade inteligente está diretamente ligada ao uso de tecnologias e seus desdobramentos.

Palavras-chave: Sistemas de Informação, Cidades Inteligentes, Tecnologia da Informação.

INFORMATION SYSTEMS AND SMART CITIES: A THEORETICAL APPROACH

Abstract: The theme of information system is discussed in several academic researches, as well as by several authors in books and other productions. In general, the information system is nothing more than a set of processes that involve systems, people, documents and tools, with the function of assisting the management of a company, institution or city, for example. Another theme that is gaining prominence in several research centers is the topic: Smart Cities. Discussions about how cities can be smarter, offering better services to citizens, are gaining importance in the academic environment. From this perspective, this study aims to investigate in scientific productions the relationship between the theme management information system and Smart Cities. Thus, the objective of this study is to identify whether information systems are being used to improve the management process of Smart Cities, that is, whether the literature presents this relationship. The present research uses as methodology the systematic literature review, known as *Ordinatio Methodi*. Basically, this methodology is composed of nine phases, using a formula known as *InOrdinatio*, which allows the classification of the articles in the researched portfolio. The study is qualitative-quantitative and exploratory. The databases consulted were Scopus and Web of Science. As for the results, it was identified that all the analyzed articles present some information system or technology to be used in Smart Cities. Finally, after analyzing the portfolio of selected articles, it can be concluded that a smart city is directly linked to the use of technologies and their development.

Keywords: Information Systems, Smart Cities, Information Technology.

1. Introdução

O ambiente econômico, em constante mudança, exige que os gestores tomem decisões de forma rápida e, ao mesmo tempo, proporcionem os melhores resultados para as organizações. Tal fato acontece de forma constante no mundo dos negócios, mas também é uma realidade na administração pública, bem como na gestão das cidades.

O tema cidades inteligentes vêm ganhando cada vez mais destaque em discussões acadêmicas. São várias as pesquisas que abordam o assunto, bem como conceitos que tentam estabelecer o que é uma cidade inteligente, quais são os elementos que tornam uma cidade inteligente, quais as consequências na vida dos cidadãos que utilizam os serviços e moram nestas cidades.

Em geral, infraestrutura, conectividade, acessibilidade e mobilidade, entre outros elementos, compõem a classificação de uma cidade inteligente e influenciam sua definição. No entanto, ainda não há um conceito concreto do que seja uma cidade inteligente. Algumas definições para cidades inteligentes, são: espaços com tendências para gerenciar e minimizar o impacto da vida em sociedade, onde a utilização de tecnologia da informação e comunicação (TIC), dentro de uma infraestrutura integrada acessível, permite oferecer melhor qualidade de vida. Este conceito é conhecido como cidades inteligentes (ISMAGILOVA et al., 2019).

As cidades inteligentes são consideradas como sistemas sociotécnicos com cidadãos como seus usuários finais (SIMONOFSKI et al., 2018). As cidades precisam ser inteligentes, pois os usuários podem utilizar plataformas que permitem o bem-estar econômico, social e ambiental, gerando ambientes urbanos com mais qualidade de vida. (JIN et al., 2014). Assim, percebe-se que as cidades inteligentes são funcionais, articuladas pela utilização de sistemas de informações e comunicação, com infraestruturas modernas capazes de tornar as cidades mais eficientes e sustentáveis.

Nesse cenário, a tecnologia da informação pode ser uma importante aliada no processo de gestão. É uma tecnologia de habilitação chave para a inteligência das cidades. Os sistemas são capazes de armazenar dados, que podem gerar ideias e correlações. O *Big Data*, por exemplo, é uma tendência crescente em sistemas de informação para fornecer melhores serviços aos cidadãos e apoiar os processos de tomada de decisão nas cidades que buscam ser classificadas como inteligentes.

Os sistemas de informação em cidades inteligentes são mais eficientes do que os sistemas urbanos tradicionais e, ao introduzir algumas tecnologias de ponta, como sistemas inteligentes, a “sabedoria” das cidades inteligentes será mais proeminente. (JIANG, 2020). Assim, o *Big Data* vem sendo gradual e intensivamente utilizado em diversos aspectos da vida social. Dessa forma, questões como compartilhar *Big Data* no sistema de informação geográfica (GIS), como gerenciar e proteger arquivos, dados e como lidar com muitos dados são desafios para os GIS na era do *Big Data* (LV et al., 2016). É importante destacar que existem também várias iniciativas de dados abertos que podem contribuir para melhorar a entrega de valor público em contextos de cidades inteligentes nas dimensões econômica, estratégica, política, gestão e qualidade de vida (PEREIRA et al., 2016).

A internet das coisas (IoT) também é uma ferramenta importante em cidades inteligentes. Essa tecnologia permite que, quanto mais os cidadãos usarem os sistemas habilitados com IoT, por exemplo, mais dados e informações serão gerados, dando mais possibilidades para que os gestores das cidades possam, por meios de sistemas de informações, analisar mais dados e adotar ações corretivas (NITTI et al., 2017).

As tecnologias da IoT, computação em nuvem e *bluetooth* são as tecnologias discutidas em relação às cidades inteligentes. A noção crítica de integração de arquitetura inteligente e tecnologia de sistemas de informação (SI) para operação efetiva de cidades inteligentes é um consenso aceito na literatura. Além disso, o conceito e a prática de cidades inteligentes têm o potencial de cumprir muitos dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (ISMAGILOVA et al., 2019). Assim, na construção de cidades inteligentes, é fundamental coletar, analisar e armazenar os dados relacionados à tecnologia da informação. Com a crescente maturidade e precisão das principais tecnologias relacionadas à internet das coisas e computação em nuvem, as cidades inteligentes continuarão a se desenvolver na direção da inteligência contínua (JIANG, 2020).

Os estacionamentos de carros são um bom exemplo de como as informações podem auxiliar a gestão dos espaços, bem como o tráfego de veículos. Estes incluem monitoramento de estacionamento público, monitoramento de microclima e acesso e mobilidade (pedestres, ciclistas, carros e veículos de carga). Assim, os serviços de câmaras municipais podem melhorar a prestação dos serviços aos seus cidadãos. Ao coletar as informações sobre a ocupação da vaga de estacionamento sem fio, o município pode fornecer, por exemplo, informações de vagas de estacionamento aos usuários em uma plataforma de visualização como um smartphone (JIN et al., 2014).

Nesse sentido, percebe-se que são vários os sistemas e tecnologias que podem colaborar na gestão das cidades, sendo fundamental continuar desenvolvendo sistemas que possam projetar e melhorar a gestão das cidades do futuro. Nesse contexto, os dados e informações gerados pelas aglomerações urbanas, são fundamentais para o processo de tomada de decisão. Sem dúvidas, a velocidade com que a administração de uma cidade pode corrigir falhas em serviços públicos, por exemplo, pode definir o grau de evolução de uma cidade.

No entanto, é importante colocar as pessoas no centro do desenvolvimento das cidades, haja vista que o cidadão é o usuário final dos serviços, e tudo que uma cidade pode oferecer faz parte do processo de classificação de um ambiente urbano inteligente. Assim, as cidades Inteligentes devem capturar inovação criativa e colaborativa por meio de

interações (diretas) entre órgãos públicos, atores privados e cidadãos em (WALRAVENS, 2015).

Os aplicativos também podem ser aliados importantes nesse processo. Os aplicativos de cidades inteligentes permitem que as autoridades municipais monitorem, gerenciem e forneçam planos, bem como recursos públicos e infraestruturas em ambientes urbanos, permitindo ao mesmo tempo em que cidadãos e empresas possam se beneficiar com o uso desses serviços inteligentes nas cidades (KOLOZALI et al., 2019).

Partindo desta contextualização, o objetivo deste trabalho é verificar como os sistemas de informações gerenciais e suas tecnologias estão sendo abordados nas pesquisas científicas que tratam sobre cidades inteligentes. Dessa forma, acerca da temática e contextualização do tema objeto deste estudo, surge a seguinte pergunta de pesquisa: como os sistemas de informações gerenciais estão sendo utilizados nas cidades inteligentes? Para fundamentar os argumentos apresentados, foi realizada uma pesquisa na base de dados Scopus e Web of Science. A busca foi realizada por título do artigo, resumo e palavras-chave. A metodologia utilizada é a Methodi Ordinatio, que é uma revisão sistemática.

Portanto, esta pesquisa apresenta: (i) a quantidade de publicações relacionadas a temática; (ii) classifica os artigos mais relevantes pelo índice InOrdinatio; (iii) discute os artigos mais relevantes sobre o tema; e (iv) responde à pergunta apresentada nesta pesquisa.

2. Metodologia

O estudo utiliza como metodologia a revisão sistemática Methodi Ordinatio. Esta forma de revisão sistemática foi proposta por Pagani et al. (2015;2018). A sistemática Methodi Ordinatio utiliza uma equação, conhecida como InOrdinatio, o que facilita o processo para ranquear os artigos do portfólio pesquisado nas diversas bases de dados.

Basicamente, a referida metodologia utiliza nove etapas. Nas Etapas de 1 à 4, foram feitas buscas exploratórias nas bases de dados Scopus e Web of Science (WoS). A pesquisa foi realizada nas bases de dados após o estabelecimento das palavras-chave, sendo utilizadas como mecanismo de busca: Título do artigo, resumo e palavras-chave. As palavras-chave utilizadas para pesquisa foram:

- ✓ *"management information systems" and "smart cities"*
- ✓ *"information systems" and "smart cities"*
- ✓ *"information systems" and "smart cities" and ("big data" or "data analytics")*

Estas etapas são compostas pelo processo de pesquisa nas bases de dados, ou seja, é a pesquisa propriamente dita, em que o pesquisador faz as buscas preliminares. A pesquisa foi realizada no mês de julho de 2022, sendo realizado a busca final para encontrar o portfólio de artigos e artigos de revisão, ordenados pelo Methodi Ordinatio.

Na Etapa 5, foi realizada a filtragem dos artigos, momento em que se iniciou os procedimentos de filtragem ao portfólio de 662 artigos. Com o auxílio dos gerenciadores de referências, Mendeley e JabRef, que são softwares para auxiliar no processo de coleta de dados dos artigos, considerando título, autores, tipo de documento, bem como o ano de publicação; foi possível encontrar e deletar 201 artigos duplicados, bem como 353 artigos sem relação específica com o tema da pesquisa, resultando em um portfólio de 108 artigos. Essa etapa foi fundamental para organizar o material encontrado.

Nas Etapas 6 a 7, os dados foram lançados na planilha RankIn, que permite ranquear os documentos, realizando a ordenação dos artigos por meio no número InOrdinatio.

Os procedimentos de filtragem, consideram: Fator de impacto (IF) JCR e SRJ; Número de citações (Ci) e ano de publicação (PublishYear), já o número de citações dos artigos foi coletado no Google Scholar, e o ano de publicação dos artigos foram identificados nos próprios artigos. A partir da coleta das variáveis, foi atribuído o valor 10 ao coeficiente α , por se tratar de um tema atual, e então aplicada a Equação (1) InOrdinatio para obtenção da ordenação dos artigos.

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF}/1000) + \alpha \cdot [10 - (\text{ResearchYear} - \text{PublishYear})] + (\text{Ci}) \quad (1)$$

Os artigos com InOrdinatio < 110 foram excluídos, resultando em um portfólio de 19 artigos. Destes, 2 artigos não foram considerados, em função de serem pagos, ou seja, não havia a possibilidade de baixar os documentos. Dessa forma, o portfólio final ficou em 17 artigos.

Por fim, após definir o portfólio de artigos científicos, estes foram localizados, dando início às leituras sistemáticas dos artigos (Etapas 8 e 9), permitindo então os procedimentos de coleta e análise dos dados

Tabela 1 – Resultado da aplicação dos protocolos da Methodi Ordinatio

Passos 1 - 4		
Combinações de Palavras-chave	Scopus	WoS
"management information systems" and "smart cities"	5	2
"information systems" and "smart cities"	349	211
"information systems" and "smart cities" and ("big data" or "data analytics")	54	41
Total de Artigos	662	
Passo 5		
Artigos duplicados deletados	201	
Artigos sem relação com o tema	353	
Total de Artigos deletados	554	
Total de Artigos Restantes	108	
Passos 6-7		
Aplicado novo filtro de exclusão: Artigos excluídos por conter InOrdinatio < 110		
Artigos deletados em função de serem pagos	2	
Portfólio Final	17	
Passos 8-9		
Localização dos artigos e Leituras sistemáticas		

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

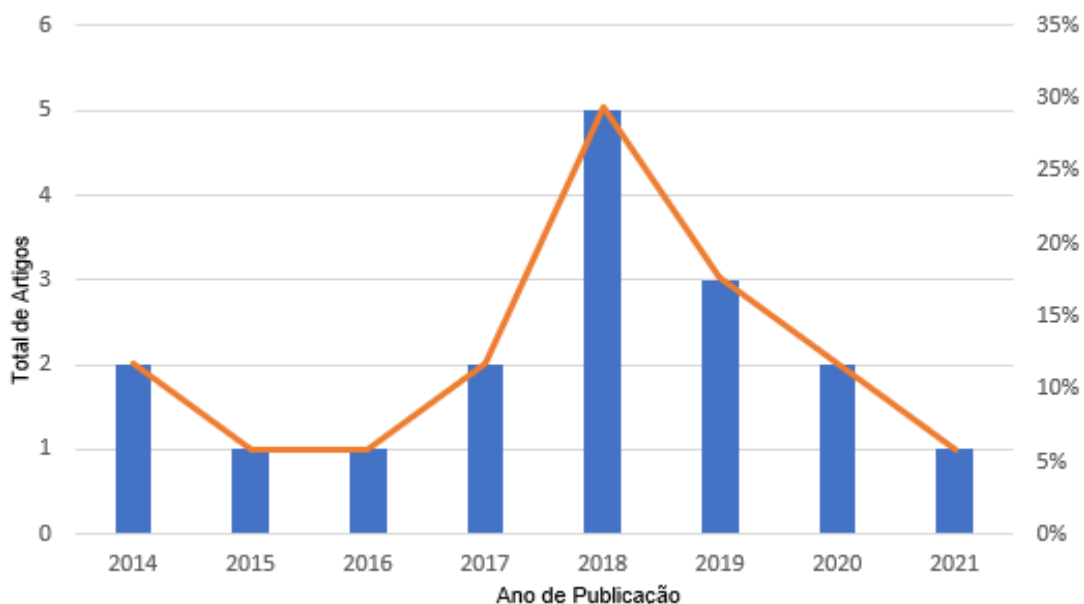
3. Resultados e Discussões

Os resultados e discussões são apresentados em subseção, (3.1) que apresenta o total de artigos do portfólio final, publicações por ano; a nuvem de países, que apresenta qual é nacionalidade do autor principal dos artigos; bem como o título, síntese e índice InOrdinatio do Portfólio Final.

3.1 Resultados da análise bibliométrica

Após a classificação dos artigos pelo InOdinatio, Gráfico 1, foi realizada a análise da distribuição de artigos publicados ao longo dos anos. Esta análise demonstra a tendência de publicação acerca do assunto objeto desta pesquisa.

Gráfico 1 – Total de artigos do portfólio final (Publicações por Ano)



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Conforme Gráfico 1, em 2018 e 2019 foram os anos que mais foram publicados artigos relevantes, que abordam sobre algum tipo de sistema ou tecnologia da informação em cidades inteligentes. Tal fato demonstra que o tema está ganhando cada vez mais importância nas pesquisas acadêmicas, visando o desenvolvimento das cidades inteligentes.

Já com relação aos países que mais publicam sobre o tema, destacam-se:

Figura 1 – Nuvem de Países



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Percebe-se, conforme Figura 1, nuvem de palavras, que os países em que os autores mais pesquisam sobre os sistemas de informação e cidades inteligentes, são: China (várias cidades chinesas estão investindo em ambientes urbanos inteligentes), Reino Unido e Bélgica. Além desses, destacam-se as pesquisas realizadas na Itália, EUA e Austrália. Estudo brasileiro também aparece no portfólio final. É importante destacar que esse levantamento levou em consideração o país de origem do primeiro autor.

Já com relação ao ranqueamento dos artigos, a partir dos resultados obtidos com o índice InOrdinatio (Equação 1), são apresentados no Quadro 1 os 17 artigos mais relevantes sobre os temas: sistemas de informação e cidades inteligentes. Dessa forma, na tabela abaixo são apresentados os títulos dos artigos, a síntese dos estudos e o índice InOrdinatio dos artigos analisados na revisão sistemática de literatura.

Quadro 1 – Título, síntese e índice InOrdinatio do Portfólio Final.

Classificação/Título		Síntese dos Artigos	InOrdinatio
1	Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts	This paper provides a comprehensive understanding of the notion of Smart City (SC) by elaborating a taxonomy of pertinent application domains, namely: natural resources and energy, transportation and mobility, buildings, living, government and economy, and people. It also addresses the influence that various economic, urban, demographic, and geographic variables can generate on the planning of a smart city. The results reveal that the evolution patterns of a Smart City depend heavily on factors of its local context, such as: economic development; geographic location and population density, among others (NEIROTTI et al., 2014).	2304,00
2	An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things	This study presents a framework for realizing smart cities through the Internet of Things (IoT). The framework covers the complete urban information system, from the sensory level, network support structure to data management and cloud-based integration of the respective systems and services, generating a transformational part of the existing cyber-physical system (JIN et al., 2014).	1445,00
3	Smart cities: Advances in research—An information systems perspective	This study provides a valuable synthesis of relevant literature by analyzing and discussing key findings from existing research on smart city related issues from an Information Systems (IS) perspective. The study provides a greater understanding of the current state of research on smart cities. The discussion also focuses on the alignment of smart cities with the UN sustainable development goals (ISMAGILOVA et al., 2019).	556,01
4	Delivering public value through open government data initiatives in a Smart City context	The article presents the benefits that Information and Communication Technology (ICT) can generate for governments that aim to improve service delivery and interaction with stakeholders in smart cities. The authors propose a conceptual model to analyze the smart city initiative (PEREIRA et al., 2016).	262,00
5	Modeling and Visualizing Smart City Mobility Business Ecosystems: Insights from a Case Study	In this paper, findings from the development, implementation, and prototypical deployment of a Visual Analytics System (VAS) in the case study context of a smart city initiative are presented (FABER et al., 2018).	251,00

6	Government affairs service platform for smart city	This study uses a 3D geographic information system (GIS) and cloud computing. The paper presents a new platform for government affairs services. The platform enables efficient management and utilization of city data, 3D analysis and visualization of city information, resulting in a platform for smart cities. In addition, the article discusses public services that can be electronic, as well as technology initiatives that can assist in urban disasters and environmental protection, smart transportation, monitoring and evaluation of the urban situation (LV et al., 2018).	202,01
7	Emergence of Big Data Research in Operations Management, Information Systems, and Healthcare: Past Contributions and Future Roadmap	This study addresses how big data analytics has been used in the domains of information systems, operations management, and healthcare. The study also addresses the future potential of big data applications in these domains (especially in the areas of cloud computing, internet of things and smart cities, predictive manufacturing and 3D printing, and smart health) and the associated challenges. In addition, the research presents the contributions of Big Data in information systems, operations and supply chain management, and healthcare domains. The paper presents a framework for big data applications in these domains (GUHA; KUMAR, 2018).	183,00
8	The construction of smart city information system based on the Internet of Things and cloud computing	In smart city systems based on the internet of things (IoT), sensor networks are often placed in unreliable communication environments, and this usually causes information transmission to fail. Therefore, this study proposes a Markov chain-based data aggregation algorithm to solve the problem in the data transmission process. Markov chains in recent years have been used to solve some combinatorial optimization problems. Therefore, in order to solve these problems using distributed algorithm design framework approach, the study uses Markov chain (JIANG, 2020).	172,00
9	Optimization of real-time traffic network assignment based on IoT data using DBN and clustering model in smart city	In this paper, economic indices of a transportation processing center are analyzed, focusing on dynamic optimization and assignment of the transportation network based on a large continuous internet of things (IoT) input database. The study presents a high-performance computing model capable of providing dynamic traffic planning. The proposed transportation planning is based on the real-time IoT and geographic information system (GIS) data, which are processed by DBN and K-means to make the final solution close to practical and meet the requirements of high performance computing and economic cost (YANG et al., 2020).	154,01
10	Qualitative indicators for smart city business models: The case of mobile services and applications	This study presents a theoretical framework for the analysis of business models involving public actors, and city governments in particular, in the value network. It starts from an established business model framework and expands it to include an additional set of indicators needed to successfully perform a qualitative analysis of business models of new (digital) services offered by cities aimed at making cities "smarter" (WALRAVENS, 2015).	144,00
11	Virtual Reality Smart City Based on WebVRGIS	The study addresses, based on the networked virtual reality (VR) engine, the capability for interaction, analysis, and immersive visualization of the smart city, aiming to integrate various newer information technologies, i.e., web virtual reality (WebVR), internet of things (IoT), three-dimensional (3-D) technology, geographic information system (3-DGIS) with peer-to-peer (P2P). Thus, the study demonstrates the great potential that GIS analysis on 3-D	135,00

		globe and P2P geographic VR data networking mechanism have for building smart cities (LV et al., 2016)	
12	Hearing the Voice of Citizens in Smart City Design: The CitiVoice Framework	The goal of this paper is to discover how citizens can contribute to transforming a city into a "smart" city and to provide a framework for structuring and evaluating this participation. To this end, the study deals with a framework for organizing and evaluating citizen participation in smart cities. CitiVoice is used as an evaluation tool for several Belgian smart cities to discover and analyze disadvantages and shortcomings in citizen participation. It is also shown how CitiVoice can act as a governance tool for smart city design (SIMONOFSKI et al., 2018).	129,01
13	IoT Architecture for a Sustainable Tourism Application in a Smart City Environment	This paper conducts an analysis on the feasibility of using an internet of things (IoT) approach and proposes a specific architecture for a sustainable tourism application. Thus, the study proposes an IoT architecture for a sustainable tourism application in a Smart City scenario (NITTI et al., 2017).	129,00
14	An urban building database (UBD) supporting a smart city information system	In this paper, a conceptual framework for building an Urban Building Database (UBD) is proposed, whose goal is to provide an integrated data repository, available in a universal format, for different users. Working as an information system (IS) of a smart city, the main characteristics to develop a UBD are presented. Therefore, data integration and analysis is fundamental to validate different methods of forecasting and modeling the energy consumed in cities, for example, as well as in addressing their energy saving potential, in addition to other contributions to facilitate the management of smart cities (MONTEIRO et al., 2018).	127,00
15	New Trends in Using Augmented Reality Apps for Smart City Contexts	In this paper, the potential of augmented reality (AR) techniques in a Smart City (Smart Campus) context is demonstrated. A multi-platform mobile application with augmented reality features linked to GIS services was developed to evaluate different characteristics such performance, usability, effectiveness and satisfaction of augmented reality technology in the context of smart environments. Thus, the research aims to investigate the use of AR to enhance the knowledge and user experience (RAMOS et al., 2018).	116,00
16	Observing the Pulse of a City: A Smart City Framework for Real-Time Discovery, Federation, and Aggregation of Data Streams	The study deals with semantic data processing system, enabling real-time observation of the pulse of a city. In this way, the study enables efficient semantic integration of data streams, and complex event processing over real-time data aggregation and quality analysis in a semantic Web environment. The researchers used a sensor real-time observations that have been published through an open platform called Aarhus Open Data (KOLOZALI et al., 2019).	115,00
17	Towards Effective BIM/GIS Data Integration for Smart City by Integrating Computer Graphics Technique	This study aims to demonstrate and facilitate the use of Building Information Modeling (BIM) information integrated into geographic information systems (GIS) and benefit studies working on digital issues and smart cities, focusing on the development of models for management. The proposed method aims to facilitate the use of BIM models in GIS, with a focus on supporting studies on the smart city and the digital twin in a broad sense (ZHU; WU, 2021).	111,00

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Após análise dos artigos, identificou-se que os SI estão sendo utilizados de forma intensa nas cidades inteligentes, destacando-se: a) sistemas de informação para melhorar a gestão das cidades; b) estrutura de *Big Data*; c) sistemas para integrar a internet das coisas e inteligência artificial em cidades inteligentes; d) transportes; e) sistema de segurança de dados; f) sistema analítico visual (VAS) de informação integrado em sistema de informação geográfica 3D (GIS) e *Building Information Modeling* (BIM); g) computação em nuvem; h) cadeias de *Markov* (algoritmo) para otimização combinatória integrado a IoT; i) realidade virtual da Web (*WebVR*); j) *CitiVoice* (participação do cidadão) como ferramenta de avaliação cidades inteligentes k) modelos de negócios que envolvem atores públicos, e governos municipais em particular, visando criar valor para cidades inteligentes, centradas na saúde; l) realidade aumentada (RA); m) sistemas para processo de coleta, mapeamento, limpeza e integração de dados urbanos para suporte de sistemas de informação para cidades inteligentes.

4. Conclusões

Os sistemas de informações gerências são ferramentas responsáveis por facilitar o processo de gestão, integrando as pessoas, ferramentas e sistemas, de modo a colaborar com a gestão pública, bem como pode melhorar o processo de tomada de decisão. Dessa forma, é evidente que o SIG, pode, por exemplo, melhorar a assertividade das políticas públicas implementadas nas cidades, colaborando com o planejamento das cidades. Além disso, pode-se destacar que o setor privado também pode utilizar dados e informações para orientar seus interesses econômicos.

O processo de gestão de uma cidade carece que os gestores públicos possam considerar as características e necessidades da população que vivem nas zonas urbanas, pensando justamente em ofertar melhores serviços para o cidadão. Nesse sentido, é fundamental que as cidades inteligentes gerem dados, informações e conhecimentos que possam ser traduzidos em políticas públicas que de fato melhorem a vida da população.

Após a pesquisa nos bancos de dados Scopus e Web of Science foi possível identificar que os todos os artigos analisados neste estudo abordam sistemas de informação, ou tecnologias de comunicação, ou tecnologias diversas que facilitam o processo de gestão, tornando as cidades mais eficientes e inteligentes. Observou-se que Sistemas de informações, tecnologia da informação, *Big Data* e *Data Analytics*, internet das coisas e inteligência artificial são assuntos diretamente ligados às cidades inteligentes, demonstrando que os sistemas de informações são pilares para estabelecer uma boa gestão nos ambientes urbanos. Portanto, é fundamental que os dados e informações sejam tratados, processados e interpretados de forma rápida, segura e eficiente. Dessa forma, percebe-se que sistemas de informações gerenciais são elementos indispensáveis para o desenvolvimento das cidades inteligentes. Integrar todos os diferentes sistemas, em um sistema de gestão centralizado é um grande desafio para o desenvolvimento da infraestrutura tecnológica para cidades inteligentes.

Este estudo limita-se pela abordagem tanto em quantidade quanto em profundidade. Sugere-se que trabalhos futuros façam esse tratamento mais extensivo sobre o assunto e seus possíveis benefícios para as cidades, bem como investigar alternativas para países em desenvolvimento, considerando o elevado investimento que essas estruturas de sistemas de informação possam representar.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradecemos também ao Governo Brasileiro, ao Ministério da Educação, à UTFPR e ao programa de pós-graduação PPGEP pelo apoio e empenho no incentivo a pesquisa acadêmica.

Referências

FABER, A. et al. Modeling and Visualization of Smart City Mobility Enterprise Ecosystems: Insights from a case study. *Information*, v. 9, n. 11, p. 270, 29. 2018.

GUHA, S.; KUMAR, S. Emergence of Big Data Research in Operations Management, Information Systems, and Healthcare: Past Contributions and Future Roadmap. *Production and Operations Management*, v. 27, n. 9, p. 1724–1735, 2018.

ISMAGILOVA, E. et al. Smart cities: Advances in research—An information systems perspective. *International Journal of Information Management*, v. 47, p. 88–100, 2019.

JIANG, D. The construction of smart city information system based on the Internet of Things and cloud computing. *Computer Communications*, v. 150, p. 158–166, 2020.

JIN, J. et al. An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 1, n. 2, p. 112–121, 2014.

KOLOZALI, S. et al. Observing the Pulse of a City: A Smart City Framework for Real-Time Discovery, Federation, and Aggregation of Data Streams. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 6, n. 2, p. 2651–2668, 2019.

LV, Z. et al. Government affairs service platform for smart city. **Future Generation Computer Systems**, v. 81, p. 443–451, 2018.

LV, Z. et al. Virtual Reality Smart City Based on WebVRGIS. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 3, n. 6, p. 1015–1024, 2016.

MONTEIRO, C. S. et al. An urban building database (UBD) supporting a smart city information system. **Energy and Buildings**, v. 158, p. 244–260, 2018.

NEIROTTI, P. et al. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25–36, 2014.

NITTI, M. et al. IoT Architecture for a Sustainable Tourism Application in a Smart City Environment. **Mobile Information Systems**, v. 2017, p. 1–9, 2017.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. **Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015.

PEREIRA, G. V. et al. Delivering public value through open government data initiatives in a Smart City context. *Information Systems Frontiers*, v. 19, n. 2, p. 213–229, 2016.

RAMOS, F. et al. New Trends in Using Augmented Reality Apps for Smart City Contexts. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 12, p. 478, 2018.

- SIMONOFSKI, A. et al. Hearing the Voice of Citizens in Smart City Design: The CitiVoice Framework. **Business & Information Systems Engineering**, v. 61, n. 6, p. 665–678, 2018.
- WALRAVENS, N. Qualitative indicators for smart city business models: The case of mobile services and applications. **Telecommunications Policy**, v. 39, n. 3-4, p. 218–240, 2015.
- YANG, J. et al. Optimization of real-time traffic network assignment based on IoT data using DBN and clustering model in smart city. **Future Generation Computer Systems**, v. 108, p. 976–986, 2020.
- ZHU, J.; WU, P. Towards Effective BIM/GIS Data Integration for Smart City by Integrating Computer Graphics Technique. **Remote Sensing**, v. 13, n. 10, p. 1889, 2021.