

ISSN - 3085-5624

Eixo Temático 2 - Informação, Comunicação e Processos Tecnológicos

**ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE INTERNET DAS COISAS E
CIDADES INTELIGENTES UTILIZANDO O SOFTWARE VOSVIEWER*****BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON THE INTERNET OF THINGS AND
SMART CITIES USING VOSVIEWER SOFTWARE***

Maria Fernanda Santiago de Lima – Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
maria.santiago@feac.ufal.br – Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-3426-205X>

Bárbara Sofia Ferreira Silva – Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
barbara.sofia@feac.ufal.br – Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-9503-5827>

Laise Santos da Silva – Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – *laise.silva@feac.ufal.br* –
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-8315-4648>

Roberta Letícia Venceslau Cardozo – Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
roberta.cardozo@feac.ufal.br – Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-4463-6641>

Rodrigo César Reis de Oliveira – Universidade Federal de Alagoas (UFAL) –
rodrigo.oliveira@feac.ufal.br – Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8423-2057>

Modalidade: Trabalho Completo

Resumo: O presente estudo contempla uma análise bibliométrica sobre Internet das coisas e cidades inteligentes. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliométrica, evidenciando uma análise de redes de países, coautoria, universidades e quantidade de documentos que abordam os temas. Dessa forma, caracteriza-se como um estudo exploratório com natureza quantitativa e qualitativa, com dados extraídos da base de dados *Scopus*. Os resultados permitiram identificar uma rede bibliométrica com 3.575 documentos, indicando que 99 documentos são produções brasileiras. Como principal conclusão, foi constatado que o interesse sobre as temáticas está crescendo.

Palavras-chave: cidades inteligentes; tecnologia; internet das coisas; inovação; cidades sustentáveis.

Abstract: *The present study includes a bibliometric analysis on the Internet of Things and smart cities. The objective of this work was to carry out a bibliometric review, highlighting an analysis of country networks, co-authorship, universities and number of documents that address the topics. Therefore, it is characterized as an exploratory study with a quantitative and qualitative nature, with data extracted from the Scopus database. The results allowed us to identify a bibliometric network with 3,575 documents, indicating that 99 documents are Brazilian productions. As a main conclusion, it was found that interest in the themes is growing.*

Keywords: *smart cities; technology; internet of things; innovation; sustainable cities.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo Angelidou *et al.* (2022), é fundamental a previsão de tendências futuras para o desenvolvimento de políticas territoriais. As cidades inteligentes são alternativas para novas abordagens, com utilização intensiva de tecnologias, sustentabilidade, economia e inovação (Nesti, 2020). Nesse sentido, os serviços baseados em Internet das Coisas (IoT) inauguram uma nova era de serviços, em que são adaptados a conectividade, inteligência e onipresença (Mani; Chouk, 2019). Portanto, é visível correlacionar cidades inteligentes e internet das coisas e compreender o vínculo entre os temas contribuirá para o desenvolvimento dos territórios, além possibilitar impactos positivos na sociedade, com a adoção de novas tecnologias e metodologias de gestão.

Nesse contexto, as tecnologias de *big data* passaram a ser fundamentais para cidades, alterando a dinâmica urbana para melhorias na logística urbana, gestão da inovação, empreendedorismo e automação, uma forma de urbanismo baseado em dados, orientada a amenizar desafios em prol da sustentabilidade (Bibri; Krogstie, 2020). Isto significa que as iniciativas de cidades inteligentes devem ser executadas com metodologias acessíveis, considerando o cidadão e seu envolvimento para a inclusão social nas concepções políticas (Angelidou *et al.*, 2022).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é realizar uma análise bibliométrica, investigando e sintetizando produções científicas que correlacionam os termos internet das coisas e cidades inteligentes, fornecendo aos pesquisadores algumas perspectivas para pesquisas futuras, apresentando mapas de conexão entre os países que mais contribuíram com publicações científicas sobre os temas, mapa e tabela de autores que trabalharam em coautoria e a quantidade de documentos publicados por ano, com os dados expostos em um gráfico e tabela com quantidade de publicações entre 2019 e 2024, mapa de conexão de rede com países que mais publicaram sobre os termos relacionado com as publicações brasileiras, além do mapa com palavras-chaves que estão presentes nos títulos e resumos da amostra. A originalidade deste artigo é referente ao fato de tratar-se de uma análise bibliométrica que reside na relação e contraste entre dois temas ligados a tecnologia e inovação, sendo eles : cidades inteligentes e internet das coisas, essa abordagem inovadora contribuirá, significativamente, para construção de futuros trabalhos.

Esse artigo encontra-se estruturado em cinco 5 seções que podem ser sumarizadas da seguinte forma: a primeira apresenta a introdução, a segunda é a fundamentação teórica composta por subtópicos como: internet das coisas, cidades inteligentes e internet das coisas aplicadas em cidades inteligentes, a terceira trata-se da metodologia de pesquisa e a seção subsequente são os resultados seguido das conclusões e recomendações para futuras produções científicas.

2 INTERNET DAS COISAS E CIDADES INTELIGENTES

A IoT evolui para sensores e objetos inteligentes que integram o objeto ao ambiente, incluindo estradas, ferrovias, veículos, máquinas e eletrodomésticos. Além disso, espera-se que o uso da IoT seja diferente da internet comum (Bibri; Krogstie, 2020).

O nível de crescimento dessa tecnologia é alto, sendo necessário desenvolvimento de protocolos para atender os padrões de qualidade e privacidade em redes IoT, a explosão desta inovação trouxe vulnerabilidade à integridade dos dados de redes (Satamraju; Malarkodi, 2020). Dessa forma, conforme afirma Negm (2022), quando se refere a adoção de IoT, apesar da inovação, a insegurança impacta a intenção dos consumidores. Portanto, como afirmado por Bibri e Krogstie (2020), essas tecnologias auxiliam no desenvolvimento de cidades.

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae, 2022), o termo “Cidades Inteligentes”, foi citado pela primeira vez em 1990 e indica locais com serviços mais eficientes devido à integração com tecnologia.

Fachinelli *et al.* (2023) em seu estudo conclui que as características comuns em cidades inteligentes, são: legislação para empreendedorismo, ecossistema de inovação, formação de mão de obra qualificada e preparação para a transformação digital. Para Machyniak *et al.* (2023), os benefícios que podem ser apresentados em uma cidade inteligente constituem melhoria das infraestruturas, redução de carga sobre o ambiente e aumento da qualidade de vida do cidadão.

Os avanços em áreas como Inteligência Artificial (IA) e IoT poderão contribuir, significativamente, em projetos de cidades inteligentes, como: energia, transporte e saúde (Angelidou *et al.*, 2022). A interação entre IA e IoT, se traduz ao uso eficiente de recursos e custo-benefício a longo prazo, dispositivos de realidade expandida podem ser também

contribuintes na adaptação e otimização desses recursos em cidades, com funcionalidades de acordo com as condições ambientais (Bibri; Jagatheesaperumal, 2023). Além disso, as tecnologias digitais, como as plataformas em nuvem, novas aplicações serão desenvolvidas em áreas já existentes, dessa maneira é disponibilizado qualidade de urbanização (Zhou; Chen; Zhang, 2023).

Portanto, percebe-se que esses dispositivos IoT estão presentes em cidades inteligentes, a partir da conectividade perfeita entre humanos que a tecnologia disponibiliza, máquinas e ambiente, além de cooperar com benefícios econômicos (Arshad et al., 2023).

3 METODOLOGIA

A revisão bibliométrica utiliza técnicas qualitativas e quantitativas, para sistematizar produções científicas sobre determinado tema, o que permite identificar autores, tendências e lacunas de conhecimento (Valença, 2023).

Sob essa lógica, o presente estudo divide-se em 4 etapas para sua construção. Trata-se de uma pesquisa exploratória com natureza quanti-qualitativa. A etapa inicial foi a escolha do software *VOSviewer* para realização da análise de dados. Deste modo, foi selecionada a base de dados a ser utilizada, sendo definida a utilização da *Scopus*, uma vez que a base supera os demais bancos de dados, visto que fornece uma gama abrangente de informações multidisciplinares e confiáveis, com mais de 91 milhões de registros (Elsevier, 2024).

A segunda etapa foi a definição de palavras-chave e booleanos para a construção da string. Nesta etapa foi selecionada a string: (TITLE-ABS-KEY (innovation) AND TITLE-ABS-KEY ("internet of things") OR TITLE-ABS-KEY (iot´s) OR TITLE-ABS-KEY ("smart cities") OR TITLE-ABS-KEY ("sustainable cities")) ANDPUBYEAR > 1993 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")).

A terceira etapa consistiu no levantamento de artigos e seleção de informações que seriam exportadas para o *software Vosviewer*, foram exortados os seguintes dados: autores, título do documento, ano, contagem de citações, afiliação, abstrato, palavras-chave do autor, palavras-chave indexadas, incluir referência, fonte e tipo de documento.

Na etapa subsequente, foram gerados os mapas das principais palavras-chave, conexão entre autores, países, conexão entre os demais países com o Brasil, para complementar a

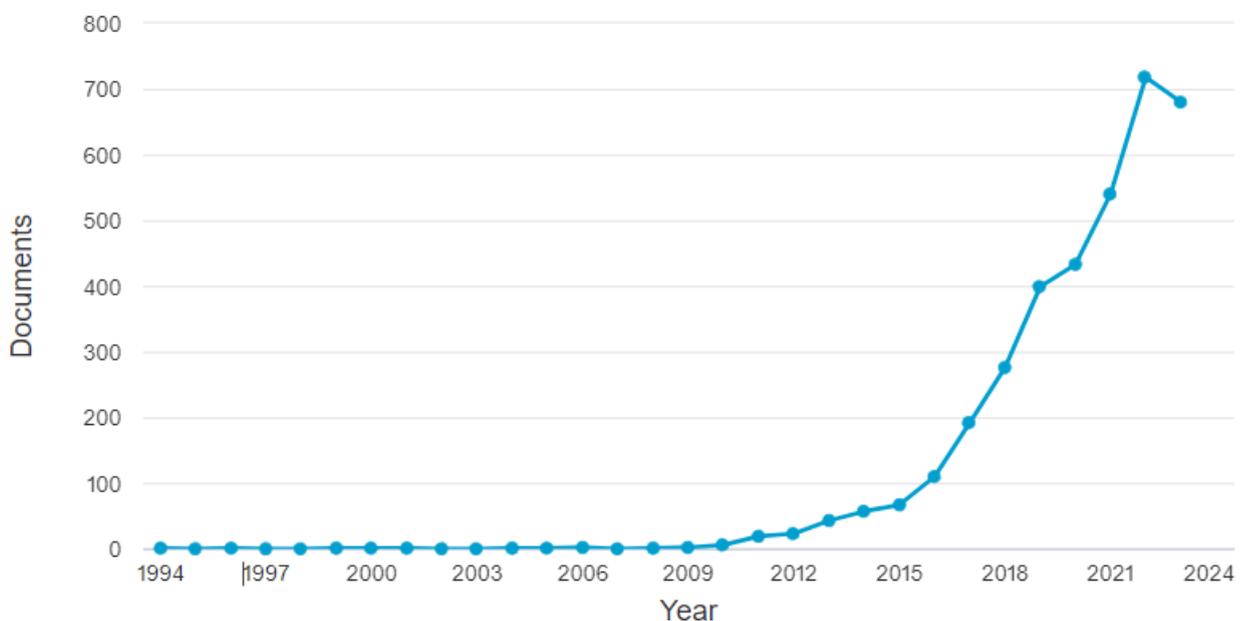
análise, foram utilizados gráficos da base de dados, para obter informações de publicações por ano e as 10 universidades que mais contribuíram com produções científicas.

4 RESULTADOS

A partir dos dados extraídos da *Scopus*, referente aos temas, foram encontrados um total de 3.375 documentos. É possível visualizar o crescimento de documentos publicados ao longo dos últimos 20 anos, conclui-se que o interesse sobre o tema está crescendo no decorrer dos anos (figura 1). Na base, os primeiros registros de documentos ocorreram no ano de 1994 com 1 documento, intitulado de “*Improving the urban environment: European Challenges*” com autoria de Mega V., aumentando para 680 publicados só no ano de 2023.

Figura 1 - publicações por ano

Documents by year



Em junho de 2024 a base de dados contava com 478 documentos publicados, esse número pode oscilar até dezembro (tabela 1). É válido ressaltar, que a presente análise tem foco em investigar os documentos referentes aos anos de 1994 e 2023. Assim, o total 3.665, não inclui publicações do ano de 2024.

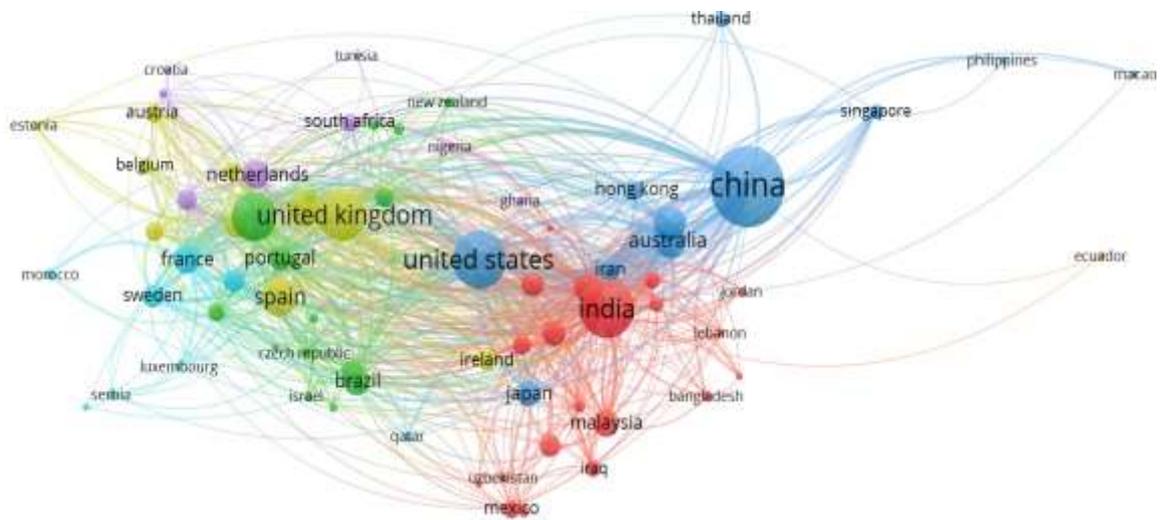
Tabela 1 - Quantidade de documentos publicados entre 2019 e 2024

Ano	Documentos
2024	478
2023	680
2022	718
2021	540
2020	433
2019	399

Fonte: elaborado pelos autore a partir de dados extraídos da Scopus (2024)

Ao exportar para o software foram observados 140 países que publicaram sobre os temas, no qual 75 encaixam-se no critério inserido de no mínimo 5 ocorrências por país, sendo possível visualizar a conexão entre esses países (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de conexão entre países

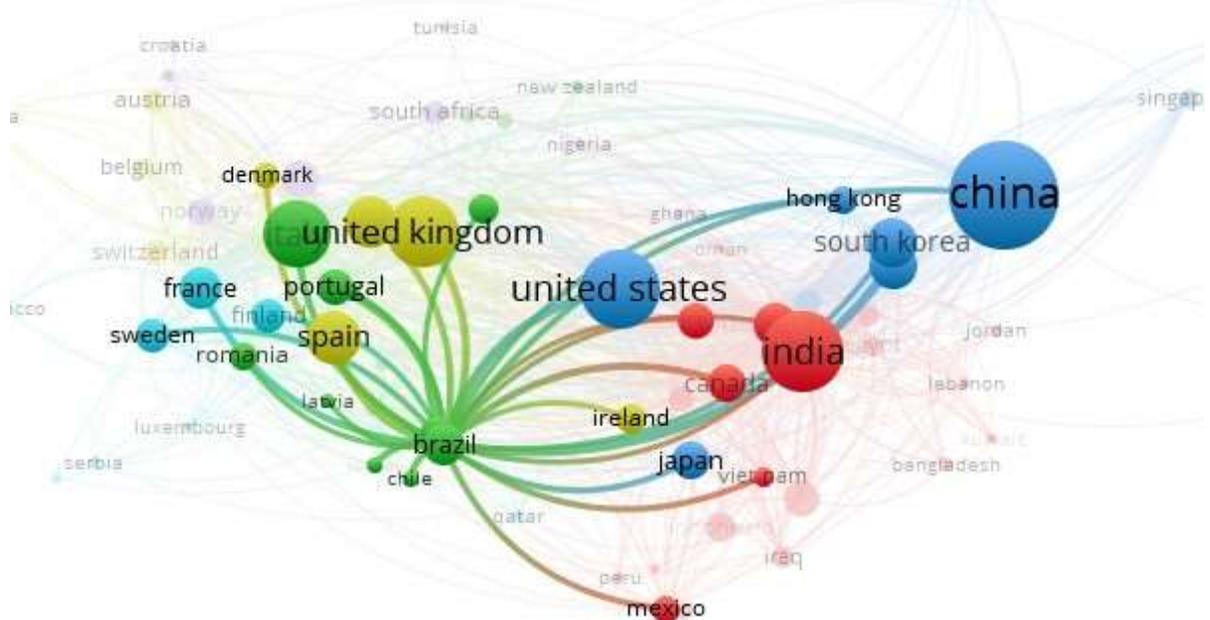


Fonte: VOSviewer (2024)

O Brasil possui um total de 99 documentos publicados sobre os temas, até o ano de 2023, com um total de 2881 citações. Além disso, ocupa a posição 13º entre os 75 que mais

publicaram. O Brasil aparece em conexão com clusters nas cores verde, azul, vermelho e amarelo, representando a diversidade de locais que o Brasil tem correlação, sendo eles 5 dos países que mais publicaram sobre o tema (Figura 3), como China e Índia (Tabela 2).

Figura 3 - Rede de conexão de países que contemplam os termos Internet das Coisas e Cidades Inteligentes relacionando com as publicações científicas brasileiras



Fonte: VOSviewer (2024)

Desse modo, o (Tabela 2) apresenta um ranking com os 5 países entre esses 75 que mais contribuíram com produções científicas. Sendo liderado pela China com 740 publicações.

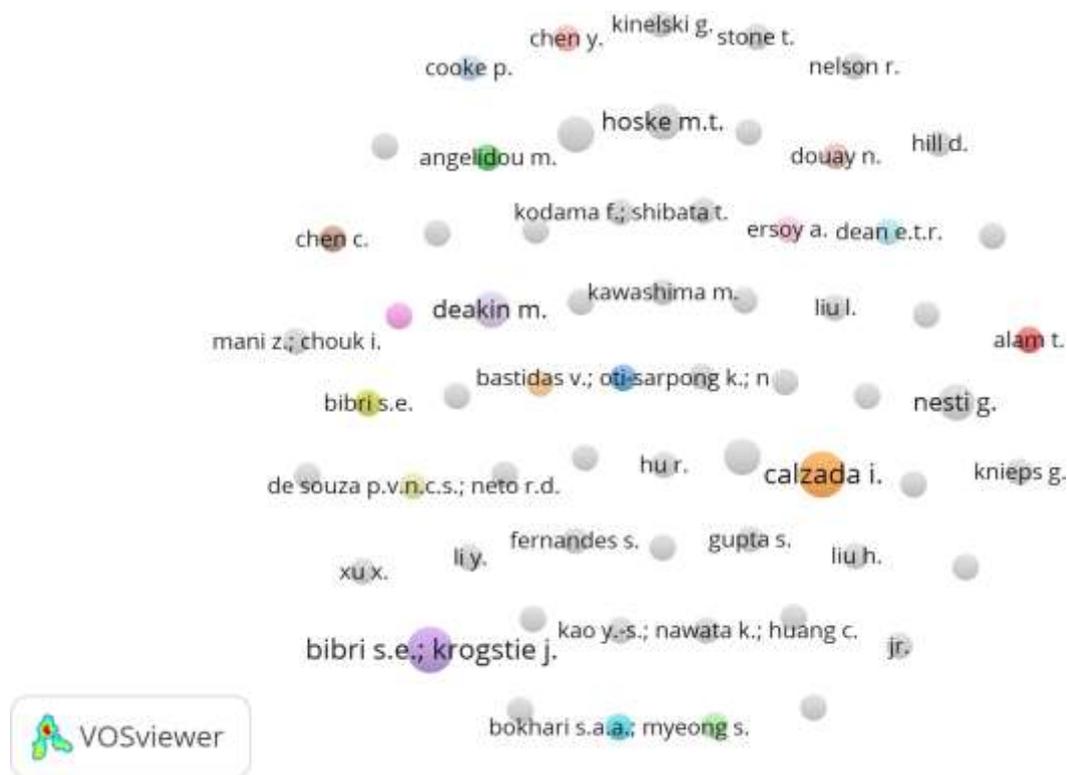
Tabela 2 - Ranking dos países que mais publicaram sobre os temas.

País	Publicações	Percentual
China	740	20,7%
Índia	409	11,44%
Estados Unidos	384	10,74%
Reino Unido	308	8,62%
Itália	280	7,83%
Outros	1.454	40,68%
Total	3.575	100%

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados extraídos da Scopus (2024)

Foi realizado o mapeamento dos principais autores, para análise de correlação entre eles, para identificar os autores que trabalharam em conjunto. No entanto, a evidência é que não há correlação entre os autores principais dos temas (Figura 3). Além disso, a tabela 3 apresenta os autores que possuem produções científicas mais citadas, sendo liderado por Angelidou M. com 830 citações e 2 documentos identificados pelo *software*. Os autores que foram mais citados manifestam-se na Figura 4 com clusters nas cores verde, laranja, azul, rosa, vermelho, roxo e marrom, os demais estão presentes na cor cinza.

Figura 4 - Mapa de correlação entre autores



Fonte: VOSviewer(2024)

Tabela 3 - Autores mais citados

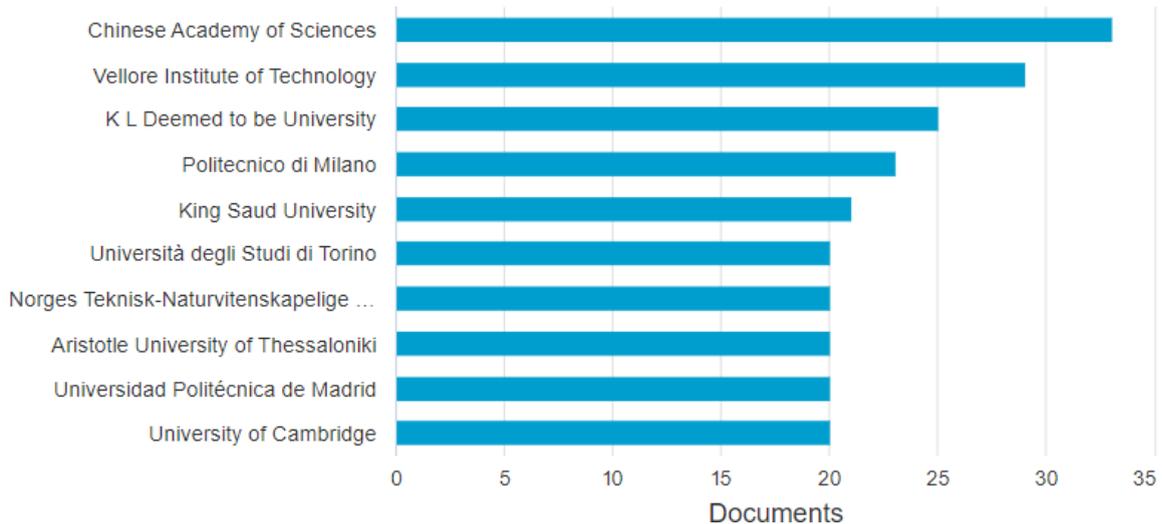
Autor	Citações
Angelidou m.	830
Bibri s.e.; Krogstie j.	494
Mani z.; Chouk i.	400
Moral l.; Deakin m.; Reid a.	337
Yuan l.	295

Fonte: elaborado pelos autores com dados extraídos do VOSviewer(2024)

Figura 6- Universidades que mais publicaram

Documents by affiliation [📄](#)

Compare the document counts for up to 15 affiliations.



Fonte: Scopus (2024)

5 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados das análises desenvolvidas, é visível que os termos têm recebido bastante atenção nos últimos anos. Desse modo, o número de publicações é crescente. A análise da distribuição de artigos, por países, permite identificar que a China e Índia lideram o ranking de publicações e de universidades contribuintes com produções científicas. Além disso, é possível verificar que o Brasil possui 2.881 citações sobre o tema e 99 documentos.

A análise permitiu identificar que em 2022 as produções referentes a cidades inteligentes cresceram, reduzindo aproximadamente 5,29% em 2023 e com 478 registros na string utilizada até junho de 2024. Analisou-se também que as universidades que mais produziram são localizadas na China e Índia. Em coautoria é possível identificar a baixa conectividade entre os clusters dos autores mais citados, ou seja, não ocorreram publicações em conjunto entre esses autores. Além disso, a base identificou 3.575 registros com aproximadamente 2.77% pertencentes ao Brasil, ou seja, 99 documentos.

Como limitação de pesquisa destaca-se a utilização de uma só base para a construção dos mapas bibliométricos. Sugere-se para novas pesquisas a inserção de novas palavras-chave na string de busca, modificação nos booleanos, para visualização em novas perspectivas sobre

os temas, a fim de visualizar sua interação com outras áreas de conhecimento. Além disso, a utilização de mais de uma base de dados para uma análise mais ampla dos dados.

Portanto, os objetivos do presente estudo foram devidamente alcançados, sendo importante a presente análise para futuros trabalhos e desenvolvimento científico no viés tecnológico e urbano.

REFERÊNCIAS

ANGELIDOU, M.; POLITIS, C.; PANORI, A.; BAKRATSAS, T.; FELLNHOFER, K. Emerging smart city, transport and energy trends in urban settings: Results of a pan-European foresight exercise with 120 experts. **Technological Forecasting and Social Change**, [S. l.], v. 183, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121915>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ARSHAD Q.U.A.; KHAN W.Z.; AZAM F.; KHAN KHURRAM M.; YU H.; ZIKRIA Y.B. Blockchain-based decentralized trust management in IoT: systems, requirements and challenges. **Complex Intel**, [S. l.], p. 6155–6176, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40747-023-01058-8>. Acesso em: 27 jun. 2024.

BIBRI, S. E.; JAGATHEESAPERUMAL, S.K. Harnessing the potential of the metaverse and artificial intelligence for the internet of city things: Cost-effective XR reality and synergistic AIoT technologies. **Smart Cities**, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 2397-2429, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/smartcities6050109>. Acesso em: 27 jun. 2024.

BIBRI, S.E.; KROGSTIE, J. The emerging data-driven Smart City and its innovative applied solutions for sustainability: the cases of London and Barcelona. **Energy Inform**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s42162-020-00108-6>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CHOUCK, I.; MANI, Z. Factors for and against resistance to smart services: role of consumer lifestyle and ecosystem related variables. **Journal of Services Marketing**, [S. l.], v. 33, 2019, p. 449-462. Disponível em: <https://doi-org.ez9.periodicos.capes.gov.br/10.1108/JSM-01-2018-0046>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ELSEVIER. **Scopus**: banco de dados de resumos e citações multidisciplinar, abrangente e confiável. Elsevier, 2024. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/products/scopus>. Acesso em: 27 jun. 2024.

FACHINELLI, A.C.; YIGITCANLAR T.; SABATINII-MARQUES J.; CORTESE T.T.P.; SOTTO D.; LIBARDI B. Urban Smartness and City Performance: Identifying Brazilian Smart Cities through a Novel Approach. **Sustainability**, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su151310323>. Acesso em: 27 jun. 2024.

MACHYNIAK, J.; MIKUŠ, D.; DZUREKOVÁ, K.; SROVNALÍKOVÁ. Smart City Strategies in Slovak Cities. **European Journal of Interdisciplinary Studies**, [S. l.], v.15, 2023.

NEGM, E. Internet of Things (IoT) acceptance model – assessing consumers' behavior toward the adoption intention of IoT, **Arab Gulf Journal of Scientific Research**, [S. l.], v. 41, n. 4, p. 539-556, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/AGJSR-09-2022-0183>. Acesso em: 27 jun. 2024.

NESTI, G. Defining and assessing the transformational nature of smart city governance: insights from four European cases. **International Review of Administrative Sciences**, [S. l.], p. 20-37, 2020. Disponível em: <https://doi-org.ez9.periodicos.capes.gov.br/10.1177/0020852318757063>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SATAMRAJU K.P.; MALARKODI B. Proof of Concept of Scalable Integration of Internet of Things and Blockchain in Healthcare. **Sensors**, [S. l.], v. 20, n. 5, 2020. <https://doi.org/10.3390/s20051389>. Acesso em: 27 jun. 2024.

SEBRAE. Cidades Inteligentes ajudam nos negócios. **Sebrae**, 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/cidades-inteligentes-ajudam-os-negocios,b80b2f9ef5da3810VgnVCM100000d701210aRCRD#:~:text=O%20conceito%20de%20cidade%20inteligente,habitantes%2C%20empresas%20e%20meio%20ambiente>. Acesso em: 27 jun. 2024.

VALENÇA, A. K. A. Metodologias ativas no ensino de engenharia: uma revisão bibliométrica. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 26, 2023. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4982>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ZHOU, R.; CHEN, S.; ZHANG, B. Smart city construction and new-type urbanization quality improvement. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 13, n. 1, p.13, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48490-x>. Acesso em: 27 jun. 2024.