

O USO DA MODELAGEM 3D URBANA NO DESENVOLVIMENTO DAS *SMART CITIES*: UMA CONTRIBUIÇÃO DE ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

THE USE OF URBAN 3D MODELING IN THE DEVELOPMENT OF SMART CITIES: A CONTRIBUTION OF BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Ana Paula dos Santos de Melo¹;
Rosângela Leal Santos²;
Diego Evangelho Barbosa de Carvalho³

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo identificar a evolução e principais contribuições da literatura sobre a relação da modelagem 3D urbana no desenvolvimento das *smart cities*. O processo crescente de urbanização, tem feito com que haja a necessidade de adoção de estratégias para que seja feito um bom planejamento e uma eficiente gestão urbana. É com esse objetivo que surgem as *smart cities*, como uma estratégia de inovação e tecnologia associada às questões de engenharia urbana, através da coleta de dados, mapeamento e modelagem 3D, que associado com outras tecnologias como o CIM (*City Information Modeling*) e o BIM (*Building Information Modeling*) constituem-se em todo um novo *corpus* metodológico conceitual. Para tal, foi utilizada a base de dados da *Scopus*, sendo adotado a aplicação de filtros referente ao tipo de documento e aos anos de publicação. Os dados obtidos foram utilizados na ferramenta *Bibliometrix*, que permitiu a realização de análises quantitativas. Os resultados destas análises indicam que o campo de pesquisa sobre modelagem 3D e *smart cities* vem crescendo, o que possibilita concluir que é uma temática de grande relevância científica.

Palavras-chave: Cidade inteligente. *City Information Modeling*. *Building Information Modeling*. Sustentabilidade.

Abstract: The present work aimed to identify the evolution and main contributions of the literature on the relationship of urban 3D modeling in the development of smart cities. The growing process of urbanization has made it necessary to adopt strategies to ensure good planning and efficient urban management. It is with this objective that smart cities emerge, as an innovation and technology strategy associated with urban engineering issues, through data collection, mapping and 3D modeling, which associated with other technologies such as CIM (*City Information Modeling*) and BIM (*Building Information Modeling*) constitutes a whole new conceptual methodological corpus. To this end, the *Scopus* database was used, with the application of filters relating to the type of document and years of publication. The data obtained was used in the *Bibliometrix* tool, which allowed quantitative analyzes to be carried out. The results of these analyzes indicate that the field of research on 3D modeling and smart cities has been growing, which makes it possible to conclude that it is a topic of great scientific relevance.

Keywords: Smart city. *City Information Modeling*. *Building Information Modeling*. Sustainability

¹ Doutoranda no Curso Pós-graduação em Modelagem e Ciência da Terra e do Ambiente UEFS, bolsista FAPESB, nina.melo16@gmail.com;

² Professora do Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, UEFS, rosangela.leal@gmail.com;

³ Engenheiro Civil pela UEFS, Bahia., diego.engenheiro.uefs@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Como uma dos tópicos mais importantes das características do desenvolvimento humano, pelo fato de ser construída através dos meios sociais coletivos, o Urbano têm sido, ao longo dos anos, compreendido na literatura, como um espaço de desenvolvimento e contradições, podendo ser interpretado e dialogado através de diferentes categorias de análise, que comumente irão convergir a questões econômicas e populacionais, e que, por vezes, não evidenciam vários outros problemas decorrentes desse crescimento, como as questões ambientais (Santos, 1993; Sposito, 2010; Silva, 2015).

Dado o intenso processo de transformação das redes urbanas mundiais, decorrente dos aumentos populacionais, torna-se importante compreender seus respectivos funcionamentos e papéis desempenhados diante das necessidades da sociedade na qual se localiza (Corrêa, 2011).

Atualmente a nova reflexão sobre as cidades levou ao conceito de cidades inteligentes (*smart cities*), as quais unem as estratégias da engenharia e as questões ambientais ao associar-se aos meios da inovação, qualidade de vida e preservação ambiental, permeando os caminhos da sustentabilidade, não havendo uma conceituação consensual e seu desenvolvimento tecnológico contribui para a tomada de decisões importantes e de melhoria no espaço urbano (Gibson et al., 1992; González, 2015). Para isso, faz-se necessário a aplicação de tecnologias para a eficaz compreensão da estrutura da malha urbana, e suas implicações na sociedade e que é considerado, por muitos autores, como uma tendência recente e de grande crescimento nas pesquisas e técnicas (Lit et al, 2010; Kuikkaniemi et al., 2011).

Essa base tecnológica das cidades inteligentes se inicia pela coleta de dados podendo chegar à modelagem 3D, que une camadas que auxiliam no georreferenciamento através do CIM (*City Information Modeling/Modelagem de informação da cidade*) e o BIM (*Building Information Modeling/Modelagem de informações da construção*) que, vinculados, formam a base de dados 3D e têm sido cada vez mais

exploradas no Brasil, corroborando para o rompimento de paradigmas de várias cidades brasileiras. Pode-se também acrescentar que:

Uma cidade inteligente se forma quando investimentos em capital humano e social e tradicional (transporte) e moderna (TIC) infraestruturas tecnologias de comunicação alimentam um crescimento econômico sustentável e qualidade de vida, com uma gestão sábia dos recursos naturais por meio de uma governança participativa. (CARAGLIU; DEL BO; NIJKAMP, 2011)

O BIM, que compõe os objetos paramétricos associados a edificação e o CIM que compõe a visão do todo urbano, possibilitando a identificação dos padrões, permitem uma visão globalizada e integralizadora, fundamental para o planejamento e gestão urbana, como tráfego, rotas de ônibus, coleta de lixo, iluminação pública, segurança pública, entre outros (Gil-Garcia et al., 2015). Nesse contexto, a modelagem em 3D é um dos fatores fundamentais ao processo, bem como a rede de sensores com informações espaciais em tempo real (Corrêa et al., 2015).

Este trabalho busca identificar a evolução e principais contribuições da literatura sobre a relação da modelagem 3D urbana no desenvolvimento das *smart cities*.

DESENVOLVIMENTO

A busca por um planejamento e gestão urbana eficiente desencadeou a utilização de novas tecnologias neste processo, pois a maior parte da população mundial reside nas áreas urbanas (Huang et. al., 2022). Neste sentido, estas tecnologias vêm desempenhando papéis importantes no processo de planejamento urbano, monitoramento, segurança e melhores serviços à população urbana (Wu; Zhou, 2022).

Das tecnologias ou geotecnologias que auxiliam no processo de criação de “*smart cities*”, aponta-se o *City Information Modeling* (CIM ou Modelagem da Informação da Cidade). Por meio desta ferramenta é possível a obtenção e compartilhamento de informações sobre a cidade, (Yosino; Ferreira, 2019) agregando áreas relacionadas ao urbanismo, cartografia, engenharias, ciências da computação e informação (Logatti; Nazareth, 2022) promovendo um melhor planejamento e controle da gestão

urbana (Lopes, 2019). Aplica-se também o GIS (*Geographic Information System*) e o BIM (*Building Information Modeling*) (Yosino; Ferreira, 2019).

METODOLOGIA

Para atender ao objetivo desta pesquisa, foi realizada uma análise bibliométrica, utilizando a base de dados da *Scopus*. É uma base que tem como objetivo o fornecimento de dados, métricas e ferramentas de pesquisa, estes dados podem ser exportados e analisados. Para a realização de busca é necessária a utilização de *strings* ou palavras-chaves, associadas com os operadores booleanos (ELSEVIER, 2020).

Para a nossa busca, foram utilizadas as palavras-chave, acompanhada dos operadores booleanos abaixo, incluindo na busca o título, resumo e palavras-chave: (("3d model*" OR "building information modeling" OR "bim" OR "city information modeling" OR "cim") AND "smart cities" AND ("urban" OR "urbanization*") OR "remote sensing").

Estas palavras foram selecionadas a partir da pergunta norteadora deste artigo e de perguntas acessórias, sendo a pergunta geral: “Qual a evolução das publicações ao longo do tempo sobre a relação da modelagem 3D urbana no desenvolvimento das “*smart cities*”.

Perguntas acessórias: Quais os autores mais relevantes? Quais países mais publicam? Quais as revistas que mais publicam? Qual a evolução das publicações ao longo do tempo?

Na plataforma da *scopus*, aplicou-se o filtro do tipo de documento, limitando a busca para somente “artigos”. Nos anos de busca, foi excluído o ano de 2023, o que resultou em 76 documentos. Então realizou-se uma triagem manual, através da leitura dos títulos e resumos, excluindo-se os que não condiziam com a pergunta norteadora, gerando um conjunto final de 55 artigos.

Em seguida, foram gerados os gráficos e a análise dos resultados, utilizando o *Bibliometrix*, estes instrumentos respondem a pergunta geral e as perguntas acessórias deste artigo.

Autores mais relevantes

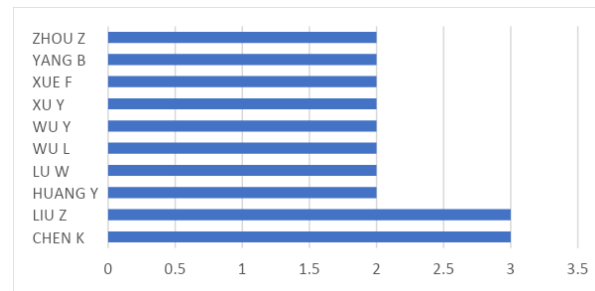


Figura 1: Autores mais relevantes

Fonte: Base de dados Scopus, elaborado pelos autores, 2023.

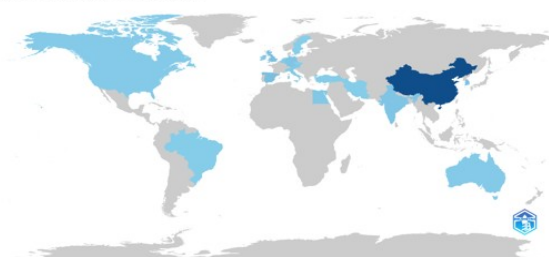
Na figura 1 é possível observar os autores mais relevantes, os que mais publicam na área da modelagem 3D no desenvolvimento de “*smart cities*”. Em um *top 10*, a média de publicações variaram entre 3 a 2 publicações por autor, sendo os autores Chein K e Liu Z, o que mais publicaram, correspondendo a 3 artigos publicados.

Na Figura 2, que avalia o país de origem dos autores, a China detém o primeiro lugar, com 95 artigos publicados, o que condiz com a Figura 1.

A China se destaca por soluções urbanas com amplo uso de tecnologias, o que é o esperado, devido à grande problemática interna, ligada ao grande volume da população concentrada nas cidades.

Países mais publicam

Country Scientific Production



PAÍS	Nº DE ARTIGOS
CHINA	95
SPAIN	11
UK	11
SOUTH KOREA	9
GERMANY	7
INDIA	7
EGYPT	5
AUSTRIA	4
IRELAND	4
ITALY	4

Figura 2: Países que mais publicam

Fonte: Base de dados scopus

Revistas que mais publicam

As revistas que mais publicam têm como temática principal o sensoriamento remoto e a sustentabilidade, ocupando o primeiro e segundo lugar, destacando o uso dessa tecnologia orbital no processo de construção

da sustentabilidade, pois o sensoriamento remoto permite a construção de análises e observações em diferentes escalas (MASCARENHAS, et. al. 2009).

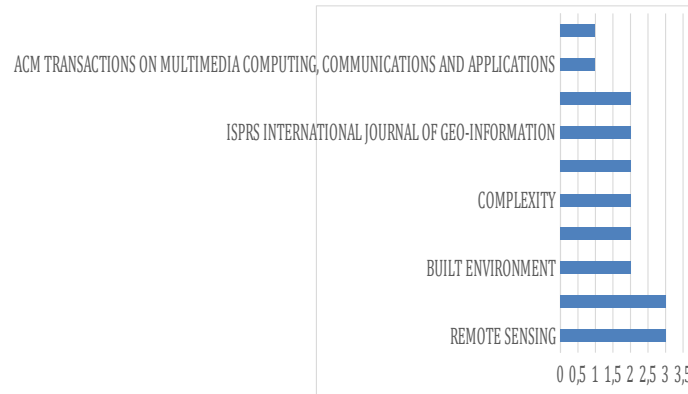


Figura 3: Revistas que mais publicam

Fonte: Base de dados scopus, elaborado pelos autores, 2023.

Em uma análise temporal, a publicação do primeiro artigo foi no ano de 2009, sendo possível perceber uma crescente no decorrer dos anos, o ano de 2020 foi o que representou o maior número de publicações, resultando em um total de 12 artigos, seguido do ano de 2021 com 10 artigos, e o ano de 2022 com 12 artigos. Estes anos foram os maiores picos de produção, como é possível observar na Figura 4.

Evolução das publicações ao longo do tempo

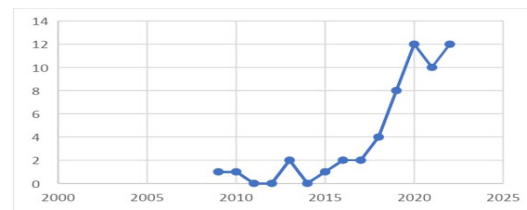


Figura 4: Artigos mais citados

Fonte: Base de dados Scopus, elaborado pelos autores, 2023.

Embora o primeiro artigo tenha sido publicado em 2009, ainda há muito que se avançar nas pesquisas. O uso das tecnologias como o CIM, o BIM e o GIS mostraram-se eficientes no processo de planejamento e gestão urbana (Lopes, 2019).

Na Figura 5, foram elencadas as palavras-chave que mais foram utilizadas pelos autores dos artigos encontrados. Percebe-se a associação do

termo “*smart cities*” com o planejamento urbano e com a modelagem 3D, assim como, com os instrumentos de sensoriamento remoto e GIS.

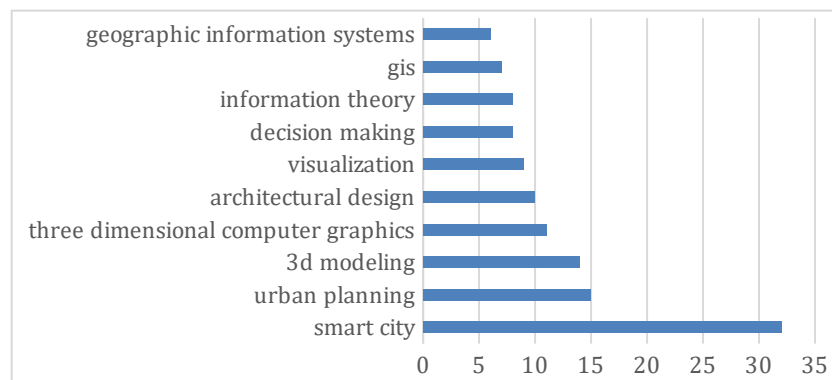


Figura 5: Palavras-chaves mais utilizadas pelos autores

Fonte: Base de dados scopus, elaborado pelos autores, 2023.

CONCLUSÃO

A partir da compreensão da existência dos riscos socioambientais decorrentes da intensificação do processo de urbanização, ressalta-se que as transformações podem ser mitigadas com um plano de gestão e um planejamento eficaz, o qual as cidades inteligentes têm muito a contribuir. Para a composição da estrutura da modelagem 3D das cidades, temos os BIM e o CIM, que são bancos de dados espaciais georreferenciados e se caracterizam como termos intrinsecamente ligados, embora distintos, de elevada aplicabilidade para a gestão pública. Ainda que requeiram um investimento elevado, estes não são tanto por tecnologias, mas em recursos humanos, devidamente capacitados e aptos a utilizarem esses recursos.

REFERÊNCIAS

CARAGLIU, A.; DEL BO, C.; NIJKAMP, P. Smart Cities in Europe. **Journal of Urban Technology**, 18(2), 65-82. doi:10.1080/10630732.2011.601117, 2011.

CORRÊA, Fabiano; Santos, Eduardo. **Na di-reção de uma modelagem de informação da cidade (CIM)**. Disponível em <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/na-direo--de-uma-modelagem-da-informao-da-cidade--cim-20542>>

Acessado em: out. de 2023.

CORRÊA, R. L. (2011) As pequenas cidades na confluência do urbano e do rural. **Geosp: Espaço e Tempo**, São Paulo, 1(30), p.05-12.

ELSEVIER. (2020). **Conteúdo - Como funciona o Scopus - Scopus - | Soluções Elsevier**. Recuperado em 26 de setembro de 2020. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content>> Acesso em: out. 2023.

GIBSON, D., KOZMETSKY, G. e SMILOR, R. The technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, **Global Networks**, Rowman and Littlefield. 1992. New York.

GIL-GARCIA, R., Pardo, T. A. e Nan, T.(Org) Smarter as the new urban agenda- a comprehensive view of the 21st century city. **Springler**, (2016) pp. 23-47.

GONZÁLEZ, M. F. (2015) La Smart city como imaginario socio-tecnológico: La construcción de la utopía urbana digital.2015, 341 f. **Tese** (Doutorado em Sociologia)- Universidad del País Vasco, Lejona.

HUANG, Yufang; PENG, Hongtao; SOFI, Massoud; ZHOU, Zhiyuan; XING, Tingyan; MA, Guoxing; ZHONG, Aocheng. The city management based on smart information system using digital technologies in China. **IET Smart Cities**. 2022;4:160–174.

IBGE, Censo Demográfico 1940-2010. Dispo-nível em <<https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>> acessado em: 16 de outubro de 2023.

KUIKKANIEMI, K.; JACUCCI, G.; TURPEINEN, M.; HOGGAN, E.; MÜLLER, J. From space to stage: how interactive screens will change urban life. **IEEE Computer Society**, 2011.

LIU, S.; LIU, Y.; Ni, L. M.; FAN, J.; Li, M. Towards Mobility- Clu t n KDD'10, July 25–28, Washington, DC, USA, 2010.

LOGATTI, Bruna; NAZARETH. City Information Modeling (CIM) e Smart Cities (SC): Uma análise bibliométrica com VOSViewer e Software R com pacote Bibliometrix (2010-2020). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, volume 10, número 81, 2022

LOPES, Tiago Rocha. Modelagem de Informação da Cidade (CIM) e suas potencialidades para gestão da manutenção urbana de Curitiba. usjt • **arq.urb**• número 25 | maio - agosto de 2019

MASCARENHAS, Luciane Martins de Araújo; FERREIRA, Manuel Eduardo; FERREIRA, Laerte Guimarães. SENSORIAMENTO REMOTO COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE E PROTEÇÃO AMBIENTAL: ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL REMANESCENTE NA BACIA DO RIO ARAGUAIA. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 21 (1): 5-18, ABR. 2009.

SANTOS, Milton. A urbanização brasileira. São Paulo: **HUCITEC**, 1993. Disponível em: https://professor.ufrgs.br/dagnino/files/santos_milton_a_urbanizacao_brasileira_1993.pdf acessado em: 16 de outubro de 2023.

SILVA, P. F. J. (2015) Cidades pequenas e indústria no estado de São Paulo. In: **Sposito E.**, org. Medidas antidumping e política doméstica: o caso da citricultura estadunidense. São Paulo: Editora UNESP, p. 265-301.

SPOSITO, M. E. B. (2010) Novas redes Urbanas: cidades médias e pequenas no processo de globalização. **Revista Geografia, Rio Claro** - SP, 35(1), p.51-62.

YOSINO, C. M. O.; FERREIRA, S. L. Desafios e dificuldades na criação de modelagem CIM através da interoperabilidade entre plataformas GIS e BIM. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019.

WU, Youping; ZHOU, Zhihui. Intelligent City 3D Modeling Model Based on Multisource Data Point Cloud Algorithm. **Journal of Function Spaces**. Volume 2022.