Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.05,2024

ISSN 2178-6925

INTEGRAÇÃO DO BIM AO PLANEJAMENTO URBANO

TÍTULO EM INGLÊS EM NEGRITO CENTRALIZADO

Lara Fernanda Nunes Dourado

Prof.ª Ma. Instituto Federal do Maranhão - IFMA

E-mail: lara.dourado@ifma.edu.br

Jussara Cruz Nascimento

Prof.ª Ma. Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG

E-mail: jussara.nascimento@ifnmg.edu.br

Karla Ulisses Lima

Prof.ª Ma. Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG

E-mail: karla.lima@ifnmg.edu.br

Resumo

As tecnologias da informação estão cada vez mais presentes na atualidade e a sua utilização, junto da disponibilidade de informações do SIG, permite que sejam construídos softwares que constituem o conceito da terminologia CIM, que são ferramentas usuais para compor as cidades inteligentes. Este trabalho buscou compreender os estudos científicos acerca da integração do BIM ao planejamento urbano para a construção de cidades inteligentes. Para isso, foram feitas análises quantitativas e qualitativas, com tabulação de dados numéricos e de conteúdos apreendidos e diagnosticados. A pesquisa mostrou uma grande variabilidade de abordagens, tais como estudos de caso, revisões bibliográficas, teorias com perspectivas de modelos inovadores, sustentáveis, entre outras. Relativo à temporalidade, percebeu-se o crescimento de publicações de artigos sobre as temáticas, sendo que o ano de 2022 é o que houve o maior quantitativo. Este aumento se vincula à constituição de eventos e documentos, como a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes de 2021, que são de grande relevância para o fomento de pesquisas científicas que tratam da integração do BIM ao planejamento urbano, em que os seus resultados se tornam base para a tomada de decisões de gestores públicos para maior eficiência urbana, qualidade de vida e vivacidade nas cidades.

Palavras-chave: Cidades; Modelagem da informação da construção; Smart City.

ISSN 2178-6925

Abstract

Information technologies are becoming increasingly pervasive and their utilization along with the availability of GIS data facilitates the development of software incorporating the concept of CIM, which are essential tools for creating smart cities. This study aimed to explore the scientific research on the integration of BIM into urban planning for the development of smart cities. For that, both quantitative and qualitative analyses were conducted, involving the tabulation of numerical data and content collected and diagnosed.The research showed a significant diversity of approaches, such as case studies, literature reviews, theoretical frameworks with innovative and sustainable models, among others. Regarding the temporality, there was an increase in the number of published articles on the topics, with the year of 2022 being the year the highest number of publications. This increase is linked to the creation of events and documents, such as the Brazilian Charter for Smart Cities of 2021, which have a crucial role in promoting scientific research on the integration of BIM into urban planning, in which its results become the basis for public managers' decision-making, aiming to enhance urban efficiency, quality of life and vibrancy in cities.

Keywords: Cities; Building information modeling; Smart City.

1. Introdução

As cidades possuem formas e características pautadas no seu contexto histórico desde o início do seu processo formativo, sendo assim, a sua materialização é uma resposta à realidade vivenciada pela população.

O mundo atual vivencia a troca de dados e informações de maneira acelerada e sem fronteiras devido à evolução da tecnologia. O uso de dados pode ter aplicação diversificada, como por exemplo, no planejamento urbano, o que permite a utilização das informações coletadas das demandas sociais para construção de espaço urbano mais adequado e eficiente.

No Brasil, a urbanização foi intensificada na década de 1960, pelos empreendimentos industriais, e possui características de uma urbanização acelerada e desordenada, uma vez que a gestão e o preparo da infraestrutura não acompanharam o desenvolvimento vivido pelo aumento populacional na área urbana, diferente do continente europeu, que teve uma urbanização gradativa e propiciou um maior preparo da infraestrutura urbana.

ISSN 2178-6925

O adensamento populacional na área urbana brasileira gerou então o desenvolvimento de problemas sociais graves tais como favelização, precariedade da mobilidade urbana, dos serviços de saúde, da educação, do saneamento básico, do sistema de drenagem, aumento da criminalidade, poluição das águas e do ar, além dos desastres ambientais.

A gestão urbana tornou-se um desafio no Brasil, onde prever possíveis acidentes ambientais, funcionalizar os serviços urbanos e o crescimento do território tem sido uma árdua tarefa para os administradores públicos, que buscam o apoio na teoria e técnica urbana para desenvolvimento urbano mais seguro, com menos impacto social e ambiental. Sendo assim, a gestão urbana se fundamenta na engenharia urbana, utilizando de softwares e tecnologias que possam prever e ordenar um crescimento controlado e funcional para as cidades.

O *Building Information Modelling* (BIM), traduzido como Modelagem da Informação da Construção, é uma metodologia que agrega informação aos desenhos de forma estratégica para diversas finalidades, compondo então de representações digitais que auxiliam na melhor gestão das construções.

O uso da modelagem da informação da construção para a construção de um território funcional é entendido como uma evolução na gestão das cidades, sendo que sua interação com o *Geographic Information Systems* (GIS), traduzido como Sistema de Informação Geográfica (SIG), permite que as informações relevantes sejam integradas e atuem como fonte de dados para um projeto de cidade inteligente e sustentável.

O desenvolvimento deste trabalho buscou compreender os estudos científicos acerca da integração do BIM ao planejamento urbano para a construção de cidades inteligentes, sendo assim, foi realizada uma pesquisa bibliométrica para compreender o estado da arte do tema, através de métricas e posicionamento teórico.

ISSN 2178-6925

2. Revisão da Literatura

2.1 Modelagem da informação da construção

A modelagem da informação da construção (BIM) se destaca por proporcionar a gestão integrada de informações, sendo assim, a harmonização dos dados coletados pode ser realizada antes da execução do projeto, permitindo um diagnóstico dos impactos dos projetos antes de sua execução.

A definição de BIM é tratada sobre as suas diversas aplicações:

> O termo BIM pode ser compreendido de uma forma mais abrangente como um conjunto de processos que envolvem tanto a modelagem quanto o gerenciamento de toda a informação sobre o ambiente construído, a infraestrutura que o suporta, os processos construtivos utilizados, a operação a manutenção das edificações e instalações, e até mesmo o reinício do ciclo de vida dos ativos envolvidos, seja para uma demolição ou para uma renovação (Soares, 2021, p.42).

O processo construtivo utilizando-se da tecnologia BIM é considerado não linear ou individual, tendo em vista a proposta uma construção de um arquivo dinâmico e colaborativo, com a compatibilização de projetos, a interação entre os elementos componentes, todos vinculados ao banco de dados (Baracho; Pereira Junior; Almeida, 2017). A dinâmica do modelo BIM é garantida devido às informações e dados presentes no modelo, que podem ser atribuídas e compartilhadas entre disciplinas diferentes, e é esta a diferenciação dos projetos desenvolvidos pelo desenho assistido por computador (Computer - Aided Design - CAD), sendo assim, é possível considerar o BIM como uma evolução no processo de desenvolvimento, planejamento e gestão de projetos.

Para Silva, Balz e Pedrozo (2021), é possível tratar o BIM como um dos maiores avanços na área da construção civil, isto porque seu uso permite conceber um modelo virtual de uma edificação, que tem em si informações e dados integrados que são muito eficazes para a constituição de todas as etapas do empreendimento, ou seja, são integrados dados de várias disciplinas em um projeto de referência, possibilitando o acesso e alterações pelo profissional

ISSN 2178-6925

específico de cada área. Esses autores apresentam em seu texto a imagem 1, do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Paraná, que explicita a aplicação e abrangência conceitual do BIM.

Imagem 1 – Aplicação e abrangência conceitual BIM



Fonte: Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Paraná (2019)

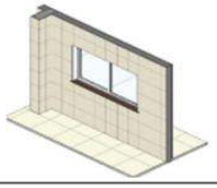
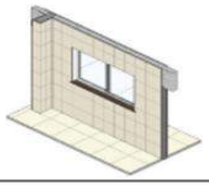
De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) (2017), os projetos podem ser classificados de acordo com o desenvolvimento do modelo, tal classificação é conhecida como Nível de Desenvolvimento (ND) ou *Level of Development* (LOD), sendo este critério progressivo e que adere maior volume de informação a partir da sua evolução, conforme mostra o quadro 1.

É comum o equívoco entre as definições de nível de desenvolvimento e nível de detalhes, sendo que o primeiro possui uma análise mais ampla, repercutindo a qualidade das informações projetadas, vinculadas aos processos decisórios. Já os níveis de detalhes registram o quantitativo e a complexidade dos elementos

ISSN 2178-6925

gráficos (ABDI, 2017; Franco Júnior, 2019).

Quadro 1: Níveis de desenvolvimento BIM

LOD	Conceito	Arquitetura
100	O Elemento do Modelo pode ser representado graficamente no Modelo com um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos para LOD 200. Informações relacionados ao Elemento do Modelo (isto é, custo por m² quadrado, tonelagem de HVAC, etc.) podem ser derivadas de outros Elementos do Modelo	
200	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema genérico, objeto ou montagem com quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo	
300	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. As informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento Modelo	
350	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação e interfaces com outros sistemas de construção. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.	
400	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto específico em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhes, fabricação, montagem e informações de instalação. Informações não gráficas também podem ser anexadas ao Elemento do Modelo.	
500	O Elemento do Modelo é uma representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos Elementos do Modelo.	

Fonte: adaptado de ABDI (2017).

A forma de representação e aplicações dos projetos em BIM podem ainda receber a classificação em dimensões. De acordo com Silva, Balz e Pedrozo (2021) essas dimensões podem ter diferentes definições de acordo com a fonte literária. Este trabalho utiliza da definição das dimensões abordadas no texto de Silva, Balz e Pedrozo (2021), sendo elas: BIM 2D - representação ou documentação, BIM 3D - modelo paramétrico, BIM 4D - tempo e planejamento de execução da obra, BIM 5D - análise de custos, BIM 6D - avaliação da sustentabilidade, BIM 7D - manutenção

ISSN 2178-6925

e operação, e BIM 8D - Segurança e prevenção de acidentes. O quadro 2 retrata as principais características das dimensões BIM.

Quadro 2: Dimensões dos processos BIM

Dimensão BIM	Características e propriedades
2D	Constituído pelo modelo tradicional em CAD, representação em 2D.
3D	Associação da geometria do projeto, resultando no modelo paramétrico, o que permite a visualização associada de disciplinas e por consequência a redução de custos, caso haja interferências entre os elementos, já que estas são identificadas ainda no projeto.
4D	A associação de informações relativas às tarefas e atividades ao modelo 3D permite a visualização do desenvolvimento da programação da obra em etapas.
5D	Dados orçamentários são vinculados ao modelo tridimensional, o que viabiliza a estimativa de custo, sendo ainda mais assertivo com o maior detalhamento e especificação dos componentes. Vale ressaltar, que a alteração de perímetros, áreas e volumes vinculados ao modelo são automatizadas nas mudanças do custo fornecido nessa dimensão.
6D	O vínculo trazido no modelo BIM entre as disciplinas permite uma análise mais completa do desempenho das edificações quanto aos critérios ambientais, de conforto térmico, acústico, luminotécnico, entre outros. Sendo assim, nessa dimensão do BIM é viável propor soluções técnicas a tais critérios, uma vez que o modelo está compatibilizado e funcional, tornando o procedimento decisório mais robusto.
7D	As informações geradas no modelo BIM permitem a programação e a realização de manutenções necessárias após a finalização da obra para uma vida útil.

8D	A identificação de riscos durante a execução da obra é realizada nesta dimensão onde são contrastados os critérios de segurança previstos pelas normas e as informações do modelo. O diagnóstico do risco durante o desenvolvimento do projeto pode fundamentar decisões de alterações de projeto antes mesmo do início das obras, dando maior garantia de segurança aos colaboradores e maior confiabilidade aos gestores.

Fonte: Silva, Balz e Pedrozo (2021). Organização: Autores (2024).

Através do Quadro 2 percebe-se que a metodologia BIM é aplicável em diversas etapas, desde o planejamento do projeto, até mesmo na etapa pós-obra de manutenção, sendo benéfica a sua utilização em todas as fases.

A utilização dos processos de BIM não se restringe aos empreendimentos de edifícios, a modelagem por meio da gestão de informações pode ser aplicável em diversos projetos, entre eles os urbanos, sendo utilizados desde o planejamento de uma cidade com maior ambiência até a composição de cidades inteligentes.

2.2 Planejamento urbano e a modelagem da informação

As cidades tiveram o crescimento populacional intensificado a partir da revolução industrial, principalmente nos países subdesenvolvidos, devido à modernização agrícola e pela busca do espaço urbano pelas condições estruturais de vivência, tais como moradia, emprego e qualidade de vida.

No Brasil, o processo de urbanização foi intensificado entre os anos de 1940 e 1980, e ocorreu de forma desordenada, tendo em vista que a migração do rural para o urbano foi acentuada e para as cidades em regiões específicas, o que gerou disfunções urbanas de características sociais e ambientais, podendo citar: a escassez de moradia, e por consequência a favelização, falhas nos sistemas de abastecimento de energia e água, decadência nos sistemas de gestão de resíduos sólidos, drenagem urbana, rede física urbana, entre outros (Santos, 1993; Almeida; Andrade, 2015).

ISSN 2178-6925

O planejamento e a gestão das cidades tornam-se essenciais para o desenvolvimento adequado do território e também da economia. Neste contexto, a evolução de ferramentas computacionais aplicadas para o planejamento urbano potencializa a compreensão do funcionamento dos sistemas urbanos e das demandas da sociedade, tais como o *Geographic Information System* (GIS), traduzido como Sistema de Informação Geográfico (SIG).

> O SIG, ou GIS (Geographic Information System), como é mais difundido, é uma base instrumental já bem estabelecida há décadas nos meios da produção geográfica, cartográfica e de planejamento urbano e regional. Trata-se, entre outras características, de uma base de dados digital de múltiplas finalidades, na qual um sistema de coordenadas espaciais em comum é o meio básico de referência (Almeida; Andrade, 2015, p. 2).

A tecnologia GIS é utilizada principalmente para a modelagem territorial e quando integrada ao BIM e utilizada com objetivo de gestão urbana, temos o conceito da terminologia *City Information Modeling* (CIM), que surgiu em analogia ao BIM. O funcionamento da integração entre esses sistemas se pauta de dados BIM sobre as edificações inseridas no modelo, microescala, enquanto as informações do GIS retratam o georreferenciamento, das formas e infraestruturas urbanas, macroescala. A vinculação dessas informações permite uma gestão do território mais real e orgânica (Yosino; Ferreira, 2020).

Para Stojanovski (2013), deve-se compreender o CIM como uma analogia do BIM aplicado ao urbanismo, em que os seus elementos representados em duas dimensões se apresentam em um espaço de três dimensões.

2.3 Cidades Inteligentes

Dentro do contexto da necessidade de um gerenciamento das demandas urbanas que realmente atendam a sociedade, surge o conceito de cidades inteligentes, também conhecidas como *Smart Cities*, que se refere ao uso de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) para o planejamento e gerenciamento de cidades de maneira mais assertiva e com maior sustentabilidade.

De acordo com Lima e Duarte (2023) e Weiss; Bernardes e Consoni (2015), o conceito de cidades inteligentes tem sido debatido intensificamente dentre

ISSN 2178-6925

diversas áreas do conhecimento. Estes autores apresentam o conceito de *smart cities* sobre dois grandes aspectos, o primeiro retoma o conceito de cidade digital, onde são aderidas TICs, que permitem o seu uso para a gestão do território, o segundo entendimento emerge do conceito de cidade digital, mas buscam a convergência entre a sociedade e o conhecimento, ou seja, são utilizados os recursos advindos da cidade digital para beneficiar o funcionamento urbano e as relações humanas e do trabalho.

Alves, Dias e Seixas (2019), explicam ainda que o entendimento de cidades inteligentes envolve a utilização de tecnologias e também a ideia de cidade inovadora que contempla a participação na governança urbana.

No Brasil, destaca-se a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2021) que é um documento promovido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional e tem por objetivo orientar e promover o papel da cidade em resolver problemas locais, considerando os recursos tecnológicos locais. As cidades inteligentes são definidas pela Carta Brasileira para Cidades Inteligentes:

> São cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação (BRASIL, 2021, p. 28).

Alcançar o posto de cidade inteligente não é uma tarefa fácil, porém torna-se mais viável pela adoção da Modelagem da Informação da Cidade, tendo em vista que esta tecnologia objetiva a eficiência e a eficácia dos sistemas de infraestrutura urbana (Amorim, 2016).

Amorim (2015) contextualiza que a expectativa para uma cidade inteligente é de que ela responda de maneira imediata aos desafios globais e também às suas próprias demandas. Este autor ainda diferencia o entendimento de *Smart City,* vinculado-o aos usuários finais dos sistemas urbanos, enquanto o termo CIM é

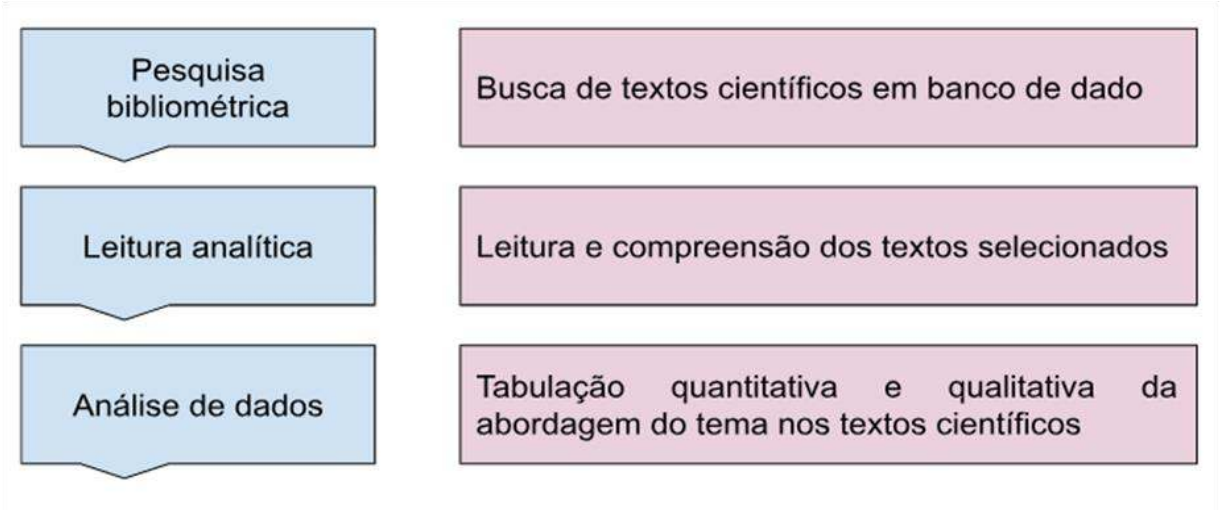
ISSN 2178-6925

direcionado para os operadores e planejadores de sistemas. Sendo assim, a adesão ao CIM não é satisfatória para conceber uma cidade inteligente, mas sim para o bom desempenho dos sistemas ao ponto de atender as demandas dos usuários. Ou seja, a adesão ao CIM auxilia muito no objetivo de tornar uma cidade inteligente.

3. Metodologia

Para o melhor entendimento sobre os estudos científicos da integração BIM ao planejamento urbano buscou-se neste trabalho o desenvolvimento de uma pesquisa exploratória, tendo em vista que se busca aperfeiçoar conceitos e ideias, como são classificadas tais pesquisas desta modalidade por Gil (2008). Para isso foram feitas análises quantitativas e qualitativas, onde foram tabulados, respectivamente, os dados numéricos e de conteúdos apreendidos e diagnosticados. As etapas que compõem a realização da pesquisa estão representadas na imagem 2.

Imagem 2 - Etapas metodológicas



Organização: Autores (2024).

A primeira etapa constitui-se da pesquisa bibliométrica, que se define como um método que utiliza ferramentas matemáticas para analisar processos de

ISSN 2178-6925

comunicação escrita (Piñero, 1972). Nesta análise são observados os quantitativos, ano e colaboração das publicações de artigos no banco de dados *Web of Science*. A escolha por este banco de dados ocorreu devido a sua característica de publicação de trabalhos interdisciplinares, além do seu relevante e reconhecido subsídio para a composição de pesquisas científicas.

Para a busca no banco de dados *Web of Science* foram utilizadas três combinações de termos na busca do tipo tópico, que pesquisa o título, o resumo e as palavras-chave utilizadas, entre os anos de 2020 a 2024. A primeira combinação utilizou os termos "*Building Information Modeling*" e "*City Information Modeling*", já na segunda combinação foram utilizados os seguintes termos "BIM" e "*Smart City*", e a terceira combinação buscou os termos "BIM" e "*Urban Planning*".

Na segunda etapa, foram feitas as leituras analíticas dos artigos selecionados na etapa anterior, sendo assim, são observadas as temáticas, os objetivos e contextualização apresentada pelo texto científico, para melhor compreensão das abordagens teóricas e também para verificação se os artigos realmente tratavam do tema delimitado.

Na terceira etapa ocorreu a análise de dados onde, com o auxílio dos softwares Excel e VOSViewer, foram tabuladas as abordagens dos artigos, correlacionando-os com data da publicação e também principais abordagens teóricas sobre o tema.

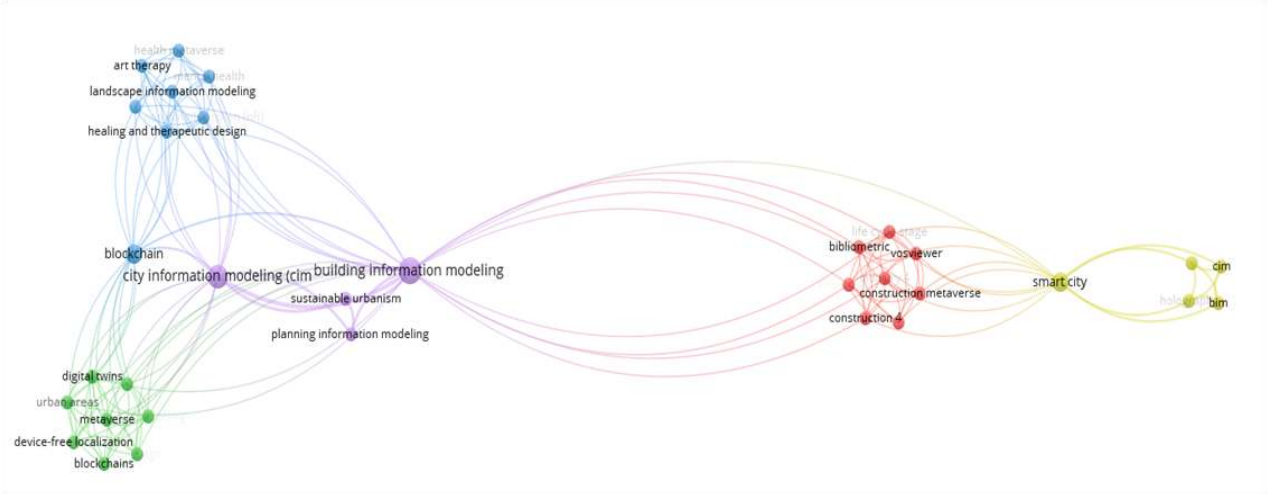
4. Resultados

A primeira pesquisa na base de dados *Web of Science* utilizou a combinação dos termos: *"Building Information Modeling" e "City Information Modeling"*, se restringiu a pesquisas publicadas entre os anos de 2020 e 2024, e foram selecionados um total de 10 textos científicos.

Com apoio do software VOSViewer foi possível mapear a rede dos termos e expressões dos 10 artigos relacionados à primeira combinação, tendo destaque para os temas de estudo, que são BIM e CIM, a imagem 3 trás tal representação.

ISSN 2178-6925

Imagem 3 - Rede da primeira combinação de termos de busca no *Web of Science.*



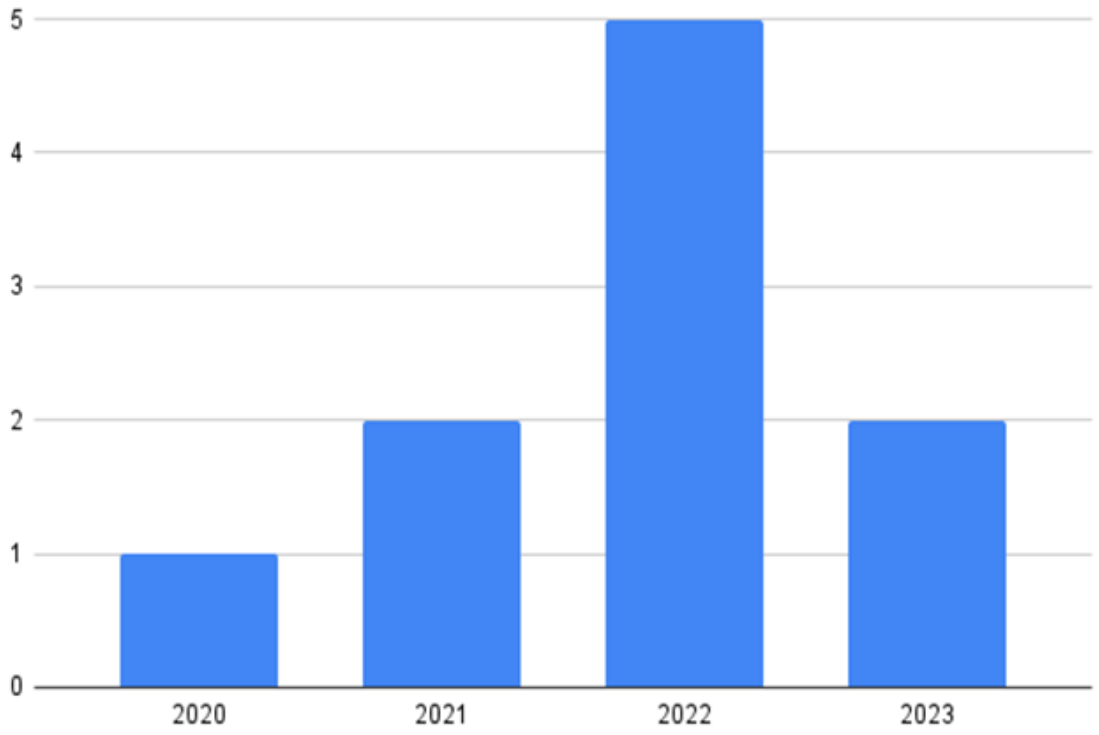
Fonte: VOSViewer. Organização: Autores (2024).

Os termos com maior destaque no mapeamento foram *Building Information Modeling* e *City Information Modeling*, tendo formado cinco grupos, das cores azul, verde, roxo, vermelho e amarelo. Sendo que no grupo azul foram destacados os termos: paisagem, metaverso da saúde, saúde mental, design de cura, *blockchain*, entre outros. Já o grupo verde tratou de termos como: gêmeos digitais, metaverso, áreas urbanas e localização sem dispositivo. O grupo roxo relacionou os termos de maior destaque com o urbanismo sustentável e a modelagem de informações para o planejamento urbano. O grupo vermelho relatou termos como ciclo de vida, indústria 4.0, bibliometria e metaverso da construção. Já o grupo amarelo tratou de cidades inteligentes, BIM, CIM e hologramas.

Relativo à temporalidade dos textos científicos da primeira combinação, foi construído o gráfico da imagem 4, que relaciona o quantitativo de artigos publicados nos últimos cinco anos.

ISSN 2178-6925

Imagem 4 - Gráfico de quantitativos de artigos publicados nos últimos cinco anos considerando a primeira combinação de termos de busca no *Web of Science.*



Organização: Autora (2024).

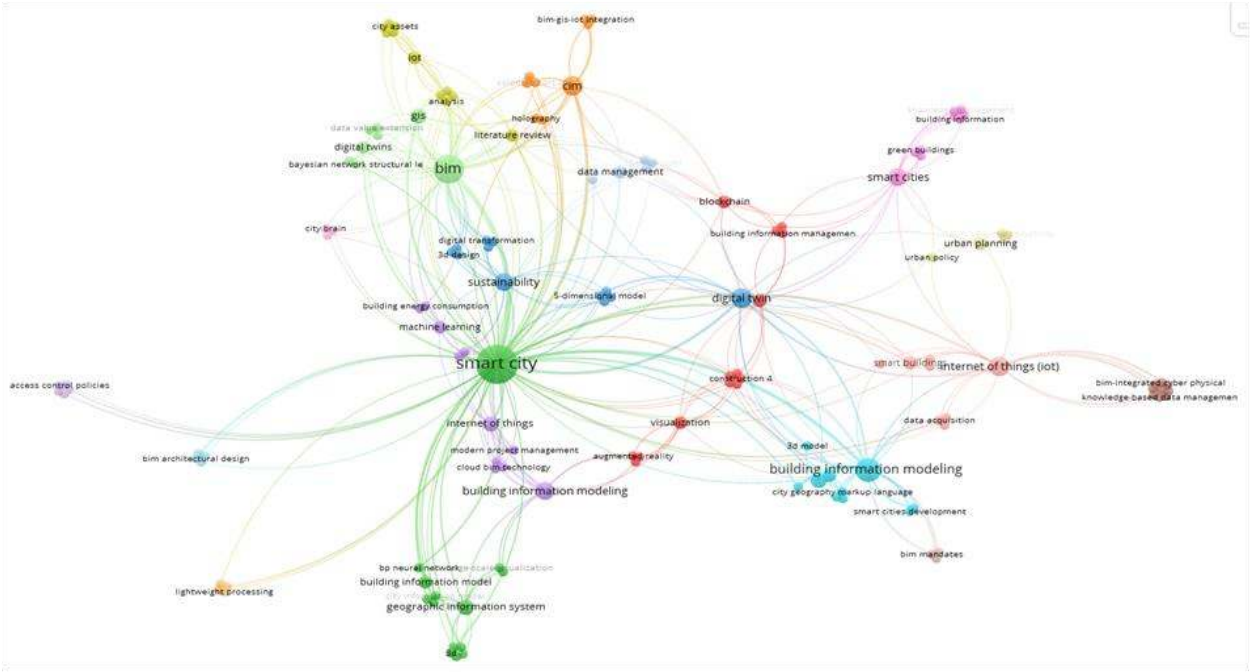
Através da imagem 4, percebe-se o maior número de publicações no ano de 2022, seguidos dos anos de 2021 e 2023 e 2020, vale ressaltar que não houve ocorrência de textos no ano de 2024, considerando os termos de busca utilizados.

A segunda pesquisa realizou a combinação dos termos "BIM" e "*Smart City*" para artigos publicados entre os anos de 2020 e 2024, na base de dados *Web of Science*, obtendo um resultado de 75 textos científicos.

A rede de termos, obtida com o apoio do software VOSViewer, teve o destaque de dois termos, *Smart City* e BIM, porém com maior destaque para o primeiro. A representação do mapa dos termos é apresentada na imagem 5.

ISSN 2178-6925

Imagem 5 - Rede da segunda combinação de termos de busca no *Web of Science.*



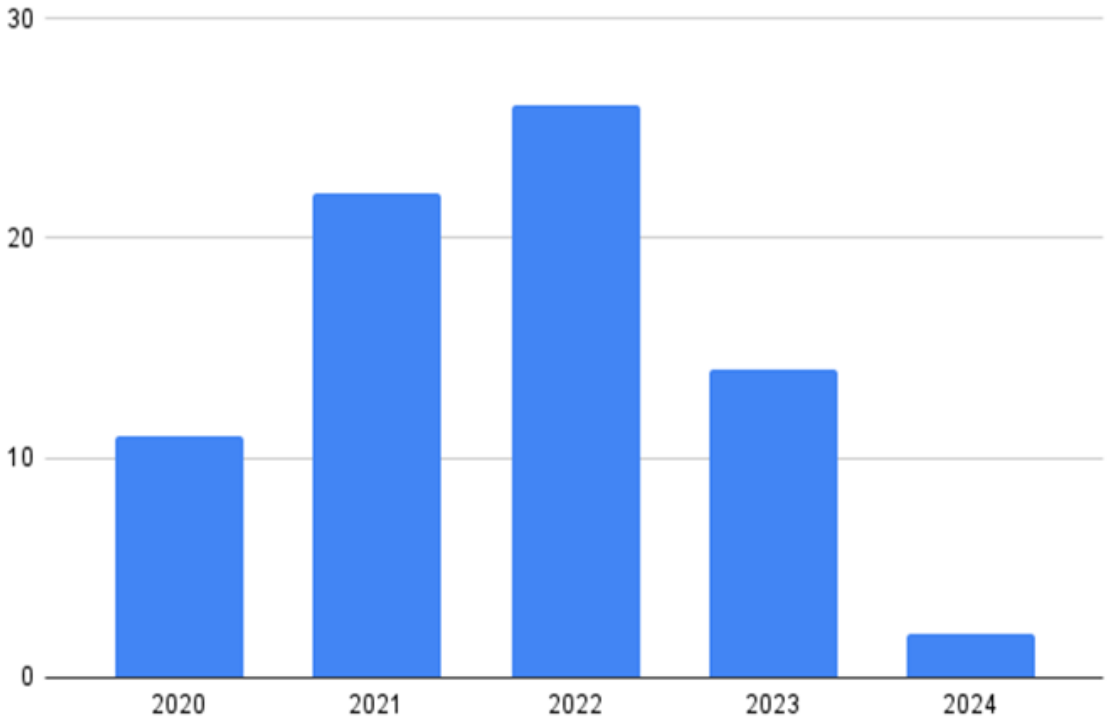
Fonte: VOSViewer. Organização: Autora (2024).

O termo central da rede, apresentado na imagem 5, é a Smart City, que está vinculada a quase todos os conceitos apresentados. Ao contrário da rede apresentada na combinação anterior, essa não possui grupos bem definidos, onde esses se misturam, como por exemplo, com a rede vermelha que se mescla com redes da cor azul e verde. Apesar de não se ter conjuntos de redes bem definidos, é possível citar alguns termos que obtiveram destaque, como GIS, internet das coisas (iot), sustentabilidade, integração entre BIM e GIS, sistema de informação geográfica, ativos da cidade, entre outros.

A imagem 6 ilustra a relação de quantitativo de textos científicos e o seu respectivo ano de publicação.

ISSN 2178-6925

Imagem 6 - Gráfico de quantitativos de artigos publicados nos últimos cinco anos considerando a segunda combinação de termos de busca no *Web of Science*



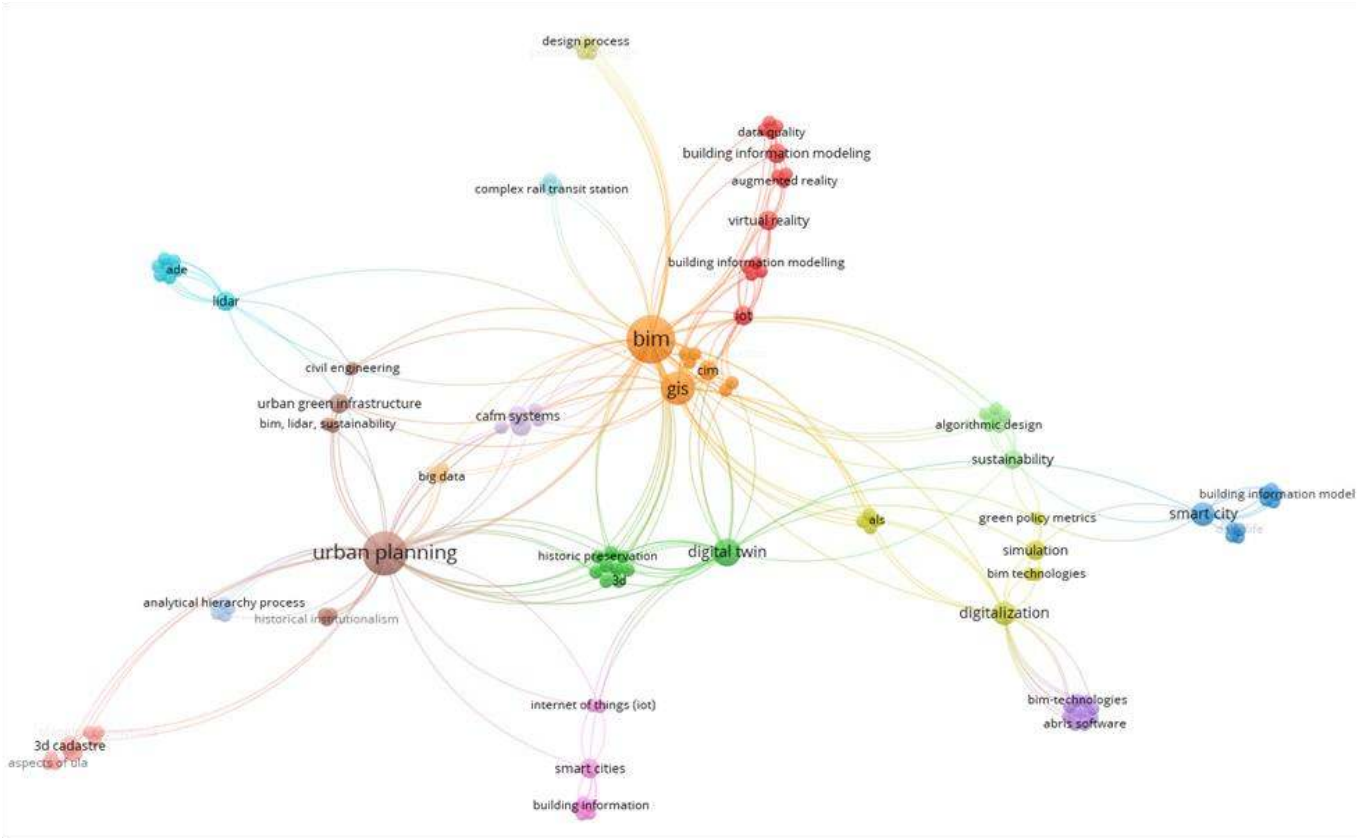
Organização: Autora (2024).

É possível perceber que o ano que teve maior quantidade de publicações foi o ano de 2022, com 26 unidades, seguido de 22 publicações no ano de 2021, 14 artigos no ano de 2023, 11 textos científicos no ano de 2020 e 2 artigos em 2024.

A terceira combinação de termos utilizou como busca “BIM” e “*Urban Planning*”, foram obtidos 44 resultados de textos científicos em que as expressões de busca aparecem no título, no resumo ou nas palavras-chave utilizadas. A composição da rede de termos, construída com o suporte do software VOSViewer é apresentada na imagem 7.

ISSN 2178-6925

Imagem 7 - Rede da terceira combinação de termos de busca no *Web of Science.*



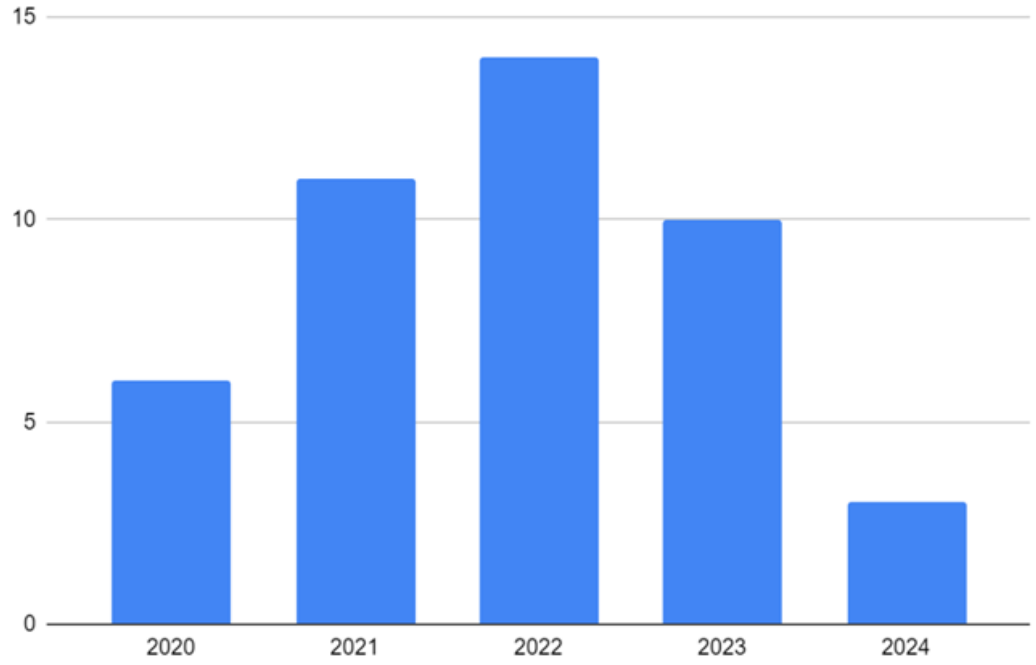
Fonte: VOSViewer. Organização: Autora (2024).

A terceira rede de combinação de termos possui dois termos centrais, o planejamento urbano e o BIM, sendo este último bastante vinculado às expressões GIS e CIM. Vale ressaltar que a imagem 7 se diferencia por um agrupamento, que está representado na cor vermelha, que se mostra como ferramentas e técnicas que possibilitam o vínculo do BIM ao planejamento urbano. Outro destaque que se tem é o do grupamento em tom marrom, encabeçado pelo planejamento urbano, que se ramifica em processo de hierarquia analítica, infraestrutura urbana verde, engenharia civil e histórico institucional, que são termos que remetem a bases da gestão urbanística e necessitam de se adaptar a tecnologia BIM.

Para contrastar o número de publicações e os seus respectivos anos, compreendendo a evolução do quantitativo de textos científicos, compôs-se o gráfico da imagem 8.

ISSN 2178-6925

Imagem 8 - Gráfico de quantitativos de artigos publicados nos últimos cinco anos considerando a terceira combinação de termos de busca no *Web of Science.*



Organização: Autora (2024).

Comparando-se os três resultados dos mapas de termos percebe-se que a imagem 2 possui agrupamentos mais bem definidos, correlacionando pesquisas com entendimentos mais próximos. Já a rede representada na imagem 4 mostra uma proximidade maior entre os termos tratados nos artigos, tendo uma maior correlação entre os artigos. Já a rede representada na imagem 6 possui um equilíbrio maior entre os termos principais, criando grupos mais definidos.

Ao analisar os gráficos, das imagens 4, 6 e 8, que relacionam os quantitativos de publicações e os respectivos anos, percebemos que para as três combinações de termos o maior quantitativo de artigos publicados ocorreu no ano de 2022, o que mostra um crescente aumento de textos científicos da área que correlaciona BIM e os estudos urbanos, contrastando com uma queda deste número para o ano de 2023.

Durante a pesquisa e leitura dos artigos identificaram-se várias abordagens para tratar da integração entre o BIM e o planejamento urbano, podendo citar exemplos de textos que tratam de estudos de caso onde se utilizou do BIM para

ISSN 2178-6925

criar soluções urbanas. Outro destaque são os textos que abordam o sistema *blockchain*[1] aplicado à modelagem de informações urbanas, trazendo inovação e novas possibilidades de aplicação da teoria do BIM para as cidades.

Salienta-se que na abordagem de estudos de caso que utilizam a tecnologia BIM para intervenções urbanas, há artigos que fazem melhorias referentes à infraestrutura do espaço urbano, mas também estudos que tratam de modelos mais sustentáveis, e que servem de base para a tomada de decisões da gestão pública. Como exemplo é possível citar o artigo dos autores Fernández-Alvarado et al. (2021), que de maneira bastante eficiente propõe a utilização de BIM, por meio de softwares como Revit e Istram para testar interações de maneira repetitiva, além disso, utiliza de recursos possibilitados pelo BIM para a extração de informações de simulações de arranjos físicos. E assim fornecem dados para a tomada de decisões eficientes dos gestores, quanto às infraestruturas verdes, localização de calçadas, definição de tarefas como podas, remoção de plantas ou replantação.

Os artigos selecionados ainda tiveram uma abordagem com revisões de literatura importantes, como a feita por Baracho (2020), que tratou sobre sistemas de representação dos conhecimentos, representação, organização e recuperação da informação, *Smart Cities* (trazendo exemplos práticos de iniciativas *Smart Cities*), *Smart Building*, Ecossistemas interdependentes e ainda analisou pontualmente o estudo de caso de Belo Horizonte quanto à solução para uma situação de acidente de carro.

Os assuntos que permearam as pesquisas selecionadas através das combinações dos termos de busca foram bastante diversificados, além daqueles anteriormente apresentados, podendo citar dois textos com abordagem diferentes como exemplo, o primeiro dos autores Villaschi, Carvalho e Bragança (2022) que apresenta o BIM como ferramenta para verificação do código de obras. E um segundo exemplo, é o artigo de Dutra e Porto (2019), que identifica possibilidades inteligentes para a preservação do patrimônio cultural em um cenário de *Smart Cities*.

[1] Blockchain é entendida como uma tecnologia que tem registro público onde transações são armazenadas em blocos sequenciais, sendo garantida a veracidade das informações trocadas pelos projetistas durante a confecção dos projetos em BIM (ZHENG et al.; 2017).

ISSN 2178-6925

5. Considerações Finais

A modelagem da informação já é utilizada na construção civil para a concepção de projetos com maior compatibilidade entre as diversas áreas do setor, como projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos, hidrossanitários e orçamentários. A aplicação dessa técnica se expandiu para a gestão urbana, que se pauta nos Sistemas de Informação Geográfica, e possibilita a construção de projetos urbanos com maior assertividade, concretizando o conceito de modelagem de informações da cidade (CIM).

Os estudos que tratam da aplicação da modelagem de informações para o espaço urbano têm crescido consideravelmente. O estudo bibliométrico aqui realizado buscou no banco de dados *Web of Science* a quantidade de artigos publicados nos últimos cinco anos, realizando combinações dos termos: "*Building Information Modeling*" e "*City Information Modeling*"; "BIM" e "*Smart City*"; "BIM" e "*Urban Planning*", e foi percebido um destaque para o ano de 2022 que totalizou um maior número de publicações, representando entre 35% a 50% do total de publicações.

Através dos mapas de rede de termos, gerados pelo software VOSViewer, percebeu-se a forte conexão entre as palavras de busca utilizadas para a busca na pesquisa no banco de dados *Web of Science.*

Os textos dos artigos selecionados na pesquisa possuem diversas abordagens, como por exemplo, estudos de caso com aplicação prática dos conceitos e indicação de desenvolvimento de possíveis tecnologias para soluções de modelagem de informação para espaços urbanos. Sendo assim, o conhecimento científico sobre a modelagem de informação para cidades tem grande importância para o seu gerenciamento e ainda encontra-se em fases diversificadas para as pesquisas acadêmicas.

Nota-se que eventos e documentos formais, tais como a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2021), são de grande relevância para o fomento, encorajamento, direcionamento e desenvolvimento de pesquisas científicas que se

tornam base para a tomada de decisões de gestores públicos para buscar maior eficiência urbana, qualidade de vida, e vivacidade nas cidades.

Referências

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). **Guia 1: Processo de projeto BIM.** Vol. 1, ed. Brasília, DF: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2017).

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. **A integração entre BIM e GIS como ferramenta de gestão urbana.** In: Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2015.

ALVES, M. A.; DIAS, R. C.; SEIXAS, P. C. **Smart Cities no Brasil e em Portugal: o estado da arte.** URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, 2019.

AMORIM, A. L. **Cidades Inteligentes e City Information Modeling.** In: XX Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 2016, Buenos Aires. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher, 2016. v. 3. p. 481-488.

AMORIM, A. L. **Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 87-99 , jul./dez. 2015 http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.103163

BARACHO, R. M. A.; PEREIRA JUNIOR, M. L. ; ALMEIDA, M. B. **Ontologia, Internet das Coisas e Modelagem da Informação da Construção (BIM): Estudo Exploratório e a Inter-relação entre as Tecnologias.** In: Ontobras 2017 - The Seminar on Ontology Research in Brazil, 2017, Brasília. Proceedings of the IX Seminar on Ontology Research in Brazil and I Doctoral and Masters Consortium on Ontologies. Porto Alegre: Mara Abel - Institute of Informatics - Federal Universisty of Rio Grande do Sul. v. 1908. p. 141-146.

BARACHO, R. M. A. **Representação e gestão do conhecimento: Aplicações em Cidades Inteligentes - Smart Cities.** Perspectivas em Ciência da Informação, v.25, número especial, p 252 - 279, fev/2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes.** Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e -programas/desenvolvimento-

ISSN 2178-6925

urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes/CartaBrasileiraparaCidadesInteligentes2.pdf.> Acesso em: 26 mar. 2024.

DUTRA, L. F. ; PORTO, R. M. A. B. **Alternativas inteligentes para a preservação do patrimônio cultural no contexto das smart cities.** Revista Ibero-americana de Ciência da Informação, v. 3, p. 372-390, 2020.

FRANCO JÚNIOR, J. C. **Modelagem BIM de infraestrutura urbana a partir de levantamentos aéreos com drone.** 2019. 214 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas SA, 2008.

FERNÁNDEZ-ALVARADO, J. F.; COLOMA-MIRÓ,J. F.; CORTÉS-PÉREZ, J. P.; GARCÍA-GARCÍA, M.; FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, S. **Proposing a sustainable urban 3D model to minimize the potential risk associated with green infrastructure by applying engineering tools.** Science of The Total Environment, Volume 812, 2022.

LIMA, I. A.; DUARTE, R. B. **Cidades inteligentes no Sul de Minas Gerais: Uma crítica aos usos do conceito de Smart City.** 15ª Jornada Científica e Tecnológica. 12º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS- JOSID, 2023.

PIÑERO, J.M.L. **El análisis estatístico y sociométrico de la literatura científica.** Valência: Centro de Documentación e Informática Médica, 1972.

SANTOS, M. A **urbanização Brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993.

SILVA, G.; BALZ, A.; PEDROZO, É. C. **Eficiência das dimensões dos processos Building Information no ciclo de vida das edificações**. Ingenio-Revista de Ciencia Tecnología e Innovación, v. 3, n. 1, p. 9-18, 2021.

SOARES, B. C. **Uso da modelagem da informação da construção para subsidiar a gestão do ambiente construído. 2021.** 282 f. Tese (Doutorado Ciência da informação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

STOJANOVSKI, T. **City Information Modeling (CIM) and Urbanism: blocks, connections, territories, people and situations.** In: Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, 2013, San Diego. Anais eletrônicos. Disponível em:

ISSN 2178-6925

<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2500016>. Acesso em:17 abr. 2024.

VILLASCHI, F. S.; CARVALHO, J. P.; BRAGANÇA, L. **BIM-Based Method for the Verification of Building Code Compliance.** Appl. Syst. Innov. 2022.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. **Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanos: a experiência da cidade de Porto Alegre.** URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 7, P. 310-324, 2015.

YOSINO, C. M. O. ; FERREIRA, S. L. **Integração BIM e GIS para formação de modelos CIM: aplicação em subsistemas urbanos.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC) 2020, Porto Alegre. Anais do ENTAC, 2020.

ZHENG, Z; XIE, S.; DAI, H.; CHEN, X.; WANG, H. **An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends.** In: 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress) , Honolulu, HI, EUA, 2017.