SBQP 2023
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Sustentabilidade e Responsabilidade Social no Projeto. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). De 16 a 18 de Novembro, Pelotas, RS, Brasil.

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PESQUISA SOBRE LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS DE OBRAS EM EXECUÇÃO UTILIZANDO BIM[1]

FERNANDES, Alexandre Justino Omine (1); NIELSEN, Otto Araujo (2); MICELI JUNIOR, Giuseppe (3); PELLANDA, Paulo César (4)

(1) Instituto Militar de Engenharia, omine.alexandre@ime.eb.br

(2) Instituto Militar de Engenharia, nielsen.otto@ime.eb.br

(3) Instituto Militar de Engenharia, giuseppe.pged@ime.eb.br

(4) Instituto Militar de Engenharia, pellanda@ime.eb.br

RESUMO

O artigo tem como objetivo identificar as principais tendências de pesquisa relacionadas ao Building Information Modeling (BIM) e sua relação com o levantamento de quantitativos de serviços executados durante a obra, visando uma melhor qualidade nos projetos, por meio de uma revisão bibliográfica sobre os termos e uma análise bibliométrica. A metodologia consistiu em buscar na base de dados Scopus publicações dos últimos cinco anos que relacionassem os termos "Building Information Modeling" e "Quantity Take-Off". Utilizou-se o programa VOSViewer para construir e visualizar mapas bibliométricos. Os resultados obtidos indicam que a utilização do BIM para realizar o levantamento de quantitativos de serviços nas obras vem sendo estudada, principalmente em relação à automação e a integração dos processos, e que há uma tendência crescente no uso de novas tecnologias para levantamento de dados em campo. Este estudo mostra que existe uma tendência crescente de pesquisas relacionadas ao levantamento de quantitativos de serviços nas obras com uso do BIM e a análise das ferramentas disponíveis para auxiliar e otimizar o processo de medição de obra.

Palavras-chave: *BIM. Levantamento de quantitativos. Análise bibliométrica. Ferramentas tecnológicas.*

ABSTRACT

The article aims to identify the main research trends related to Building Information Modeling (BIM) and its relationship with quantity takeoff of services performed during construction, aiming for better project quality through a literature review of the terms and a bibliometric analysis. The methodology consisted of searching the Scopus database for publications from the past five years that related to the terms "Building Information Modeling" and "Quantity Take-off." The VOSViewer program was used to construct and visualize bibliometric maps. The results obtained indicate that the use of BIM for quantity takeoff of services in construction projects has been studied, particularly regarding process automation and integration, and that there is a growing trend in the use of new technologies for field data collection. This study demonstrates

---

[1] FERNANDES, Alexandre Justino Omine Fernandes; NIELSEN, Otto Araujo; MICELI JUNIOR, Giuseppe; PELLANDA, Paulo César. Análise bibliométrica da pesquisa sobre levantamento de quantitativos de obra em execução utilizando BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2023, Pelotas. **Anais**... Pelotas: PROGRAU/UFPEL, 2023. p. 01-10. DOI https: //doi.org./ 10.46421/sbqp.v3i.3697

a growing trend of research related to quantity takeoff of services in construction projects using BIM and the analysis of available tools to assist and optimize the measurement process.

***Keywords**: BIM. Quantity take-off. Bibliometric analysis. Technological tools.*

1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* (BIM) é a expressão atual da inovação da indústria da construção, que pode ser conceituada como o conjunto de tecnologias, processos e políticas, afetando os entregáveis, os relacionamentos e os papéis dessa indústria (SUCCAR e KASSEM, 2015). O BIM, quando implementado adequadamente, facilita o processo do projeto e construção, melhorando sua qualidade, reduzindo retrabalhos, custos e prazos (EASTMAN *et al*., 2014). Sabe-se que a chegada das plataformas BIM aos mercados e empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) tem levado um aumento significativo da eficiência neste setor da economia (MICELI JUNIOR *et al*., 2019).

Neste cenário, a utilização do BIM traz benefícios desde a fase de concepção do empreendimento até a sua operação, por possibilitar uma visualização mais precisa do projeto, correções automáticas das mudanças feitas nele, geração automática dos desenhos 2D, compatibilização das diversas disciplinas do projeto, extração automática dos quantitativos, sincronização com o planejamento e melhor gerenciamento e operação das edificações (EASTMAN *et al*., 2014).

A medição dos serviços executados em uma obra envolve o processo de levantamento dos quantitativos dos serviços executados, o qual compreende a análise dos projetos e o cálculo das quantidades correspondentes aos diversos serviços, de acordo com os critérios estabelecidos (BRASIL, 2014). De um modo geral, as quantidades podem ser verificadas através de contagem ou por procedimentos elementares de geometria ou também por meios automatizados, fazendo levantamentos para os cálculos das áreas, perímetros, comprimentos e volumes.

Porém, os custos adicionais não previstos continuam sendo um dos principais riscos nos projetos de construção e que podem ser evitados com a utilização de novas tecnologias (SEPASGOZAR *et al*., 2022). O uso do BIM em conjunto com outras ferramentas é utilizado para estimar e monitorar os custos (SEPASGOZAR *et al*., 2022).

Do exposto, visando uma melhor qualidade nos projetos, o presente artigo tem como objetivo identificar as principais tendências de pesquisa relacionadas ao *Building Information Modeling* (BIM) relacionadas com levantamento de quantitativos, por meio de uma revisão da literatura e uma análise bibliométrica. Adicionalmente, busca-se também analisar as principais tendências das ferramentas que buscam auxiliar/otimizar a medição dos serviços executados, incluindo tecnologias como drones, realidade aumentada, realidade virtual e escaneamento a laser.

Com base nos resultados obtidos, este artigo visa oferecer uma compreensão mais ampla e atualizada dos estudos do BIM relacionados com os levantamentos de quantitativos de serviços de uma obra em andamento.

2 METODOLOGIA

A bibliometria consiste em uma técnica de análise de pesquisa que estuda publicações em livros, relatórios e em artigos (FERREIRA, 2011) para analisar, quantificar e avaliar a produção acadêmica ao tema proposto, sendo, portanto, adequada ao objetivo deste estudo. Diante disso, justifica-se o uso da análise

bibliométrica por ela conseguir cobrir o período de tempo, viabilizando a identificação de informações importantes e inerentes à temática investigada (NERUR; RASHEED; NATARAJAN, 2008).

Com o objetivo de garantir uma maior abrangência e confiabilidade dos dados da pesquisa, foi utilizada a base de dados Scopus na busca por artigos científicos. Essa escolha é justificada não apenas pela sua natureza internacional e multidisciplinar, mas também pelo fato de oferecer métricas de citação, como o Índice H, que facilitam a avaliação do impacto e da influência dos artigos. Além disso, a plataforma reúne uma diversidade de fontes, dispondo igualmente de recursos de pesquisa avançados. Cabe ressaltar que a Scopus é amplamente reconhecida e empregada na comunidade acadêmica e científica, conferindo ainda mais respaldo à nossa seleção.

Para ampliar o alcance da pesquisa, foi realizada uma busca utilizando o termo "BUILDING INFORMATION MODELING", junto com sua sigla "BIM". Esses termos foram combinados com os termos "QUANTITY TAKE-OFF" OR "QTO", que representam a tradução e a sigla em inglês para o levantamento de quantitativos (("building information modeling" OR BIM) AND ("quantity take-off" OR QTO)). Vale destacar que a apuração dos quantitativos de serviços realizados está ligada à etapa de execução da obra, razão pela qual o termo "fase de execução da obra" não será incorporado às pesquisas.

A pesquisa restringiu as buscas apenas nos títulos, resumos e palavras-chaves. Além disso, optou-se por realizar a busca em inglês para assegurar uma coleta mais abrangente de publicações. Desse resultado foram encontradas 96 publicações. Com o objetivo de filtrar literaturas não relacionadas à temática de engenharia e restringir a pesquisa aos trabalhos mais recentes, estabeleceu-se como critério a seleção de publicações específicas na área de engenharia publicadas nos últimos cinco anos (2018-2023), resultando num total de 62 publicações para realização de análises quantitativas e bibliométricas.

Para conduzir a análise bibliométrica os dados foram submetidos ao VOSViewer, programa para construção e visualização de mapas bibliométricos. O programa cria mapas de representações de redes baseadas nas distâncias dos termos, as distâncias entre os nós indicam o nível de proximidade entre as citações. As fontes maiores mostram o nível de citações para um estudo. As linhas e espessuras entre os círculos indicam relações de cocitações. O tamanho dos círculos indicam a relevância dos tópicos(LAENGLE *et al.*, 2018).

O programa também é capaz de gerar mapas de densidade dos termos, o qual é similar ao mapa de representação de redes baseadas nas distâncias entre as citações, pois a distância entre os termos também representa o nível de proximidade/conexão das palavras, porém as cores da rede demonstram a concentração dos termos, sendo a cor vermelha o sinal de maior concentração e a cor azul o sinal de menor concentração (VAN ECK e WALTMAN, 2014).

Com o objetivo que buscar as principais ferramentas utilizadas para otimizar a medição de uma obra durante a fase de construção, foram pesquisadas as palavras "BIM" ou "BUILDING INFORMATION MODELING" no Scopus. Em seguida, os dados coletados foram analisados no VOSViewer. Como resultado, foram identificadas as seguintes ferramentas:

- *Drone*;
- *Laser scan* (escaneamento a laser);

- *Virtual reality* ou VR (realidade virtual); e
- *Augmented reality* ou AR (realidade aumentada).

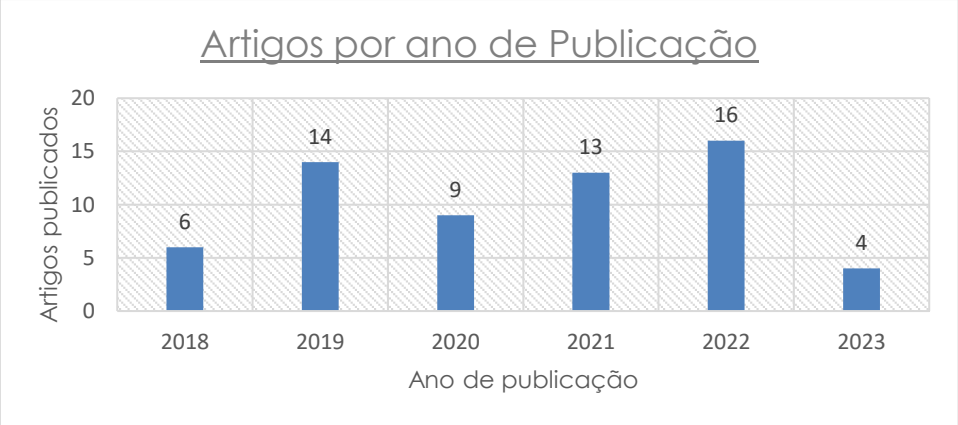
Posteriormente, foram realizadas pesquisas no Scopus seguindo os mesmos parâmetros e filtros da busca dos termos "Building information modeling" e "QUANTITY TAKE-OFF", porém agora utilizando os termos "BIM" ou "Building Information Modeling" em conjunto com termos das ferramentas citadas anteriormente.

3 RESULTADOS

3.1 *Building information modeling* e levantamento de quantitativos

A pesquisa realizada com os termos "Building Information Modeling" OU "BIM" E "QUANTITY TAKE-OFF" OU "QTO" identificou um total de 62 publicações de janeiro de 2018 até maio de 2023. Foi elaborada a Figura 1 para representar a distribuição da quantidade de artigos científicos de acordo com o ano de publicação, enquanto na Tabela 1 os artigos foram categorizados de acordo com o país de origem.

Figura 1 – Artigos por ano de publicação



Fonte: Os autores

Tabela 1 – Países de origem das publicações

Posição	País	Qtd
1º	United States	12
2º	United Kingdom	11
3º	Germany	8
4º	South Korea	5
5º	Malaysia	5
6º	Singapore	4
7º	Portugal	4
8º	Iraq	4
9º	Hong Kong	4
10º	China	4

Fonte: Os autores

Da análise, observa-se com destaque o volume de publicações na área pesquisada nos Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha, que juntos representam mais de 50%

dos trabalhos. Pode-se notar também que o Brasil não figura entre os dez países com maior quantidade de publicações.

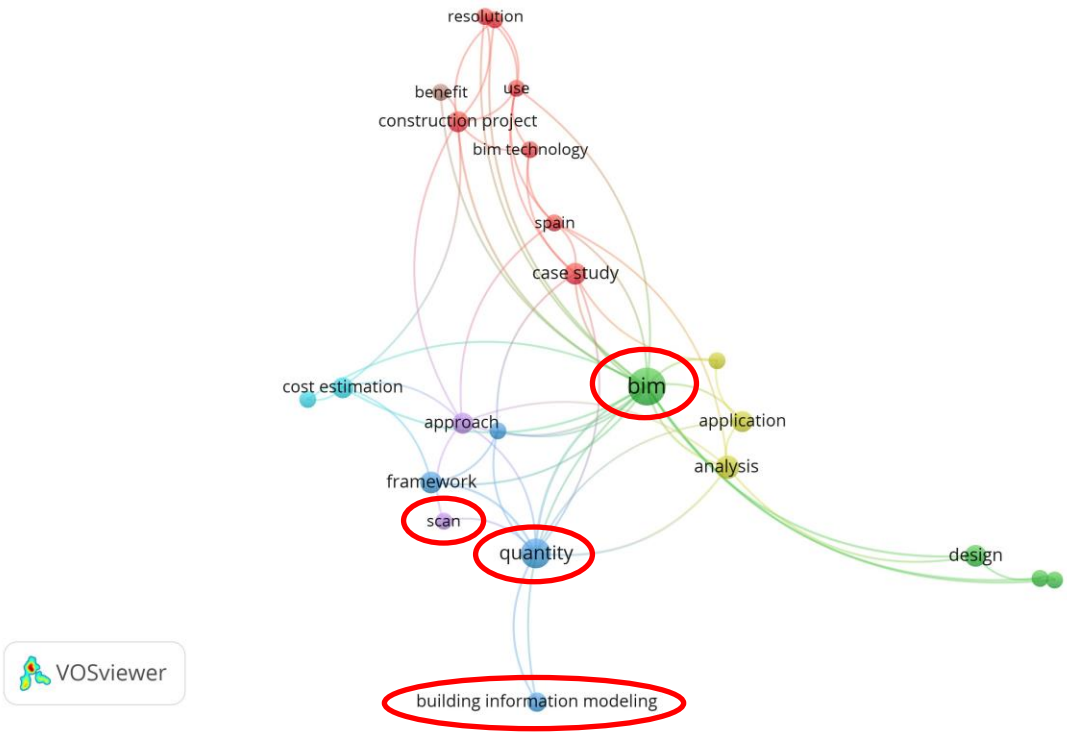
É possível constatar um aumento expressivo no número de publicações do ano de 2018 para o ano de 2019, inclusive foi o maior aumento registrado no período pesquisado, cerca de 133%, porém do ano de 2019 para o 2020 houve uma queda aproximadamente 35%, fato este que pode ser justificado pelo impacto da pandemia de COVID-19 nas pesquisas acadêmicas.

No entanto, observando os dados a partir do ano de 2020, pode-se notar um aumento gradual ano a ano no número de publicações na área pesquisada. Portanto, estima-se que para o ano de 2023 o número de publicações supere o ano de 2022, com mais de 16 artigos publicados.

Utilizando o *software* VOSviewer para pesquisa bibliométrica, foram identificados 199 termos, desses, 24 atingiram o limite de número mínimo de 2 ocorrências e por fim foram criados 2 mapas de representações ilustradas nas Figuras 2 e 3.

As Figuras 2 e 3 ilustram, respectivamente, o mapa de representação de redes, que foi criado com base nas distâncias entre os termos relevantes com as palavras pesquisadas, e o mapa de densidade que representa a concentração de busca dos termos pesquisados e suas conexões relevantes, para o período de 2018 até 2023.

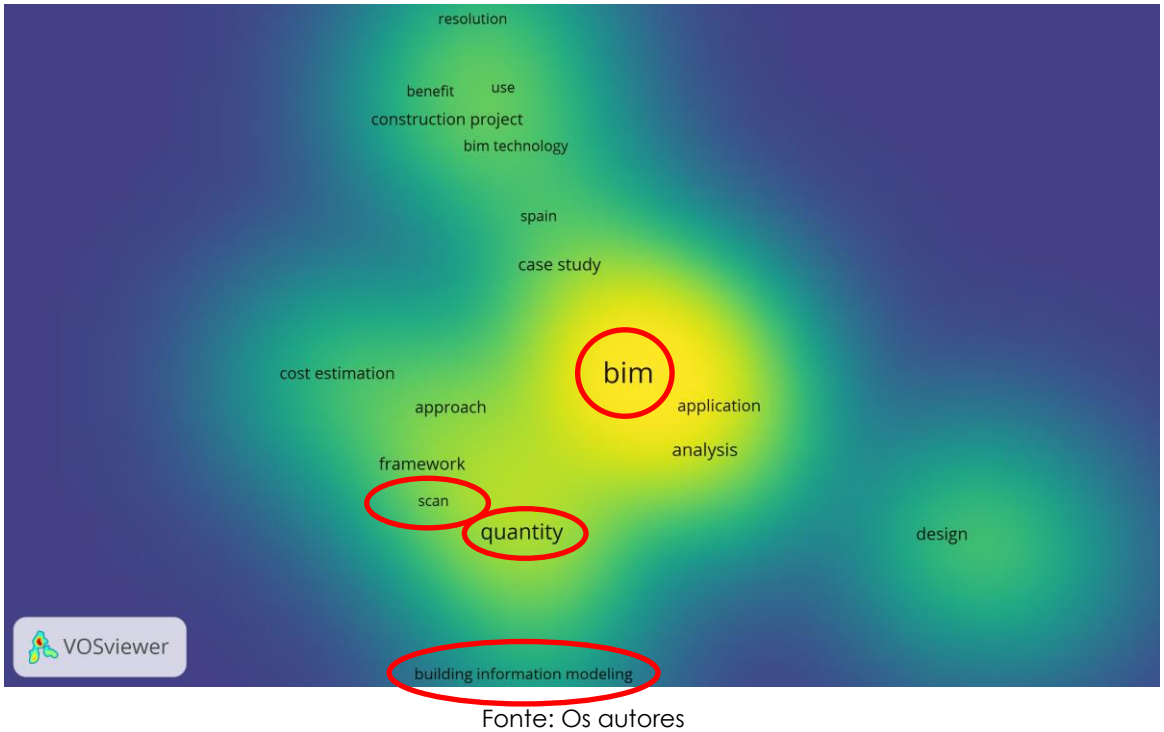
Figura 2 – Representação do mapa de conexões



Fonte: Os autores

Ao analisar os mapas das Figuras 2 e 3, pode-se perceber que o termo BIM se destaca em ambos, mostrando uma alta concentração de citações e que o termo ainda é influente nas pesquisas acadêmicas.

Figura 3 – Representação do mapa de densidade



Fonte: Os autores

Os termos "QUANTITY TAKE-OFF" ou "QTO" não aparecem em nenhum dos mapas, porém o termo análogo "QUANTITY" aprece próximo aos termos "BIM" e "BUILDING INFORMATION MODELING", representando uma grande afinidade entre os termos.

Nesta pesquisa, percebe-se que apenas o termo "SCAN" aparece na nuvem de palavras. Isso sugere a presença de pesquisas e interesse acadêmico na interconexão desses termos, especialmente porque essa palavra está estreitamente vinculada ao termo "QUANTITY". Entretanto, nota-se a ausência dos demais termos relacionados a ferramentas tecnológicas, como "drone", "realidade virtual" e "realidade aumentada". Tal ausência revela a existência de um espaço de investigação aberto para explorar esses tópicos mais profundamente.

3.2 Ferramentas tecnológicas

Com o intuito de buscar as principais ferramentas tecnológicas para auxílio e otimização dos levantamentos de quantitativos nas obras durantes a fase de execução dos serviços, as palavras "BIM" ou "BUILDING INFORMATION MODELING" foram pesquisadas no Scopus, utilizando os mesmos parâmetros das buscas anteriores. Em seguida, os dados foram submetidos ao VOSViewer, conforme ilustrado na Figura 4.

Como resultado, uma nuvem de palavras foi gerada em torno do termo central "BIM". Nessa nuvem, foram identificados e destacados termos como "augmented reality" (realidade aumentada), "laser", "drone" e "virtual reality" (realidade virtual). Esses termos destacados indicam a presença de trabalhos e interesse em pesquisas relacionadas a essas ferramentas em conjunto com o termo "BIM".

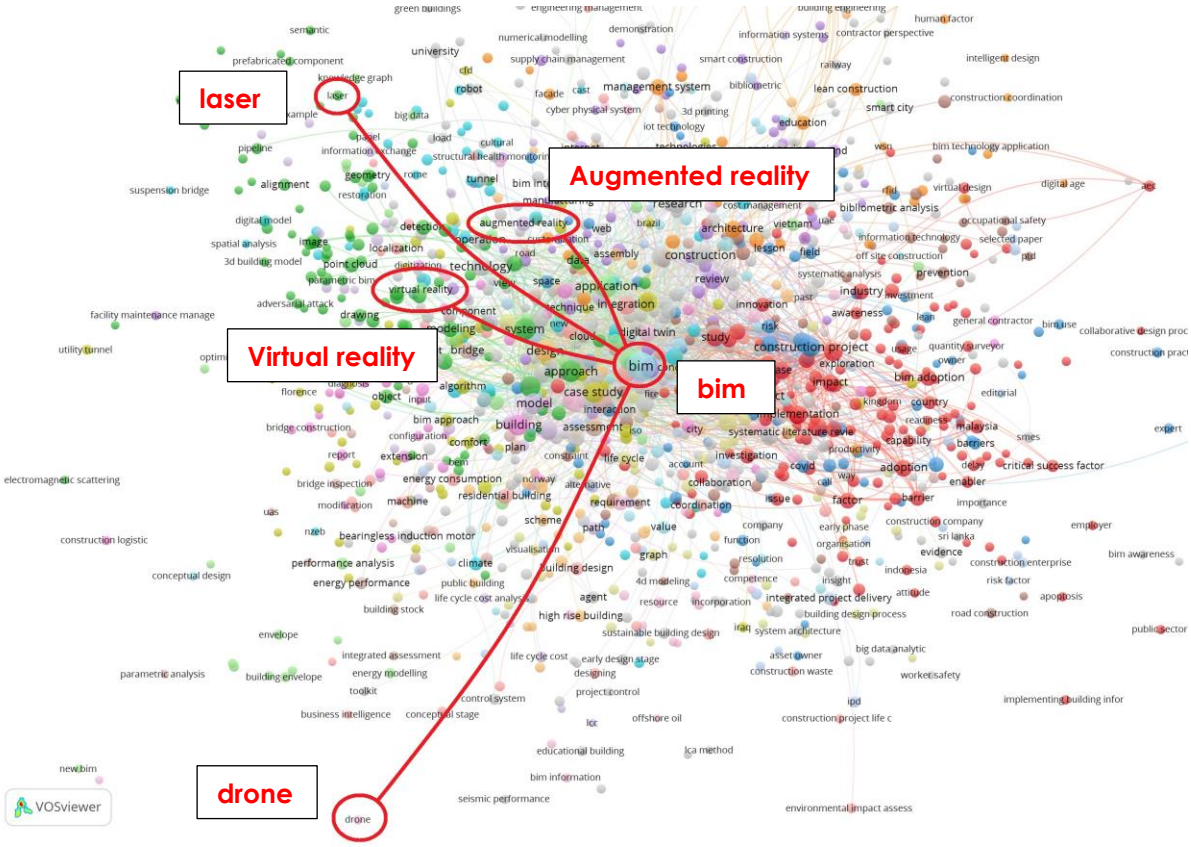
Segundo Ali, Lee e Park (2020), a realidade aumentada integrada com algoritmos gráficos é utilizada como modo de visualização do progresso da construção, já o sistema iVR supervisiona quase em tempo real o andamento da construção, integrando digitalização 3D, realidade estendida e programação visual para permitir

uma inspeção interativa no local e fornecer informações numéricas relevantes.

O escaneamento a laser coleta uma nuvem de pontos 3D, os quais são incorporados ao Autodesk Revit para um modelo tridimensional da construção. A partir desse modelo, a análise de quantitativos é derivada (SING *et al.*, 2022).

Os drones colhem, por sua vez, capturam imagens de diversos locais, as quais podem ser utilizadas para construir modelos 3D, posteriormente unidos aos modelos BIM, proporcionando uma análise mais aprimorada (MISHRA et al. 2021).

Figura 4 – Representação do mapa de conexões do termo BIM



Fonte: Os autores

Posteriormente, foram feitas buscas no Scopus utilizando os termos "BIM" ou "Building Information Modeling" em conjunto com as principais ferramentas para auxílio/otimização das medições, seguindo os mesmos parâmetros e filtros anteriores. A pesquisa foi orientada conforme consta na Tabela 2. Os resultados das buscas foram compilados na Tabela 3 e representados nos gráficos das Figuras 5, 6 e 7.

Tabela 2 – Termos BIM em conjunto com termos associados

"BIM" or "BUILDING INFORMATION MODELING"	AND	"Augmented Reality" ou "AR" "Laser" ou "Scan" "Drone" "Virtual Reality" ou "VR"

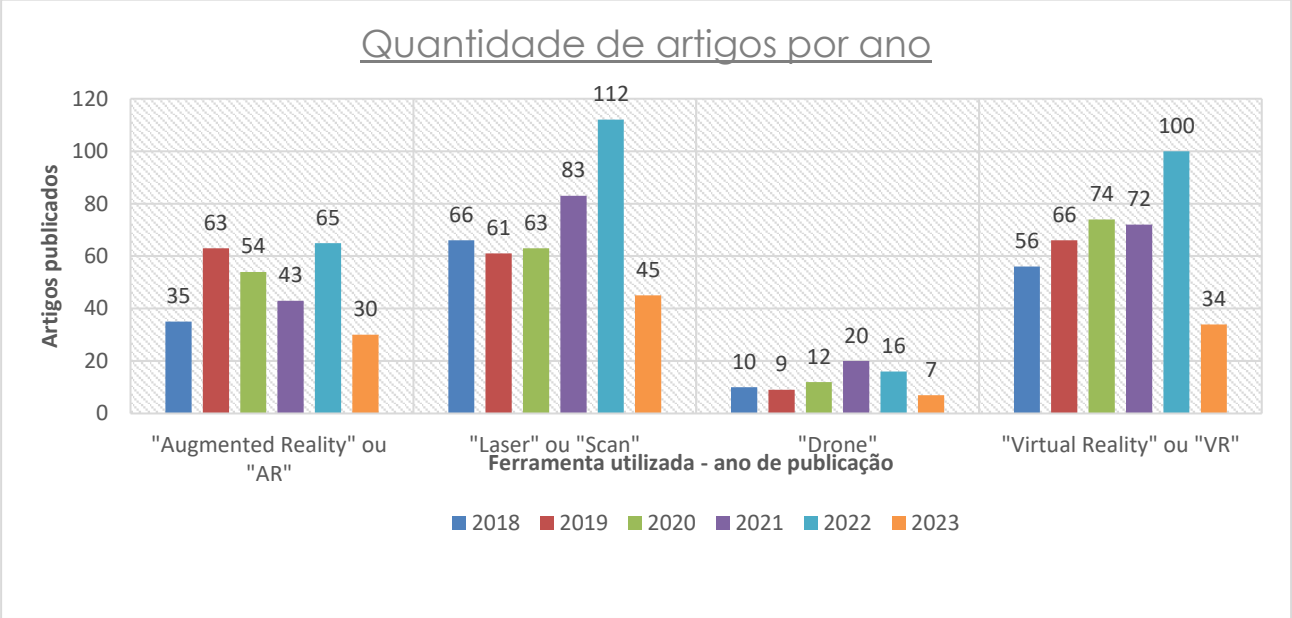
Fonte: Os autores

Tabela 3 – Artigos por ano de publicação

Termos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
"Augmented Reality" ou "AR"	35	63	54	43	65	30	290
"Laser" ou "Scan"	66	61	63	83	112	45	430
"Drone"	10	9	12	20	16	7	74
"Virtual Reality" ou "VR"	56	66	74	72	100	34	402
TOTAL	167	199	203	218	293	116	1196

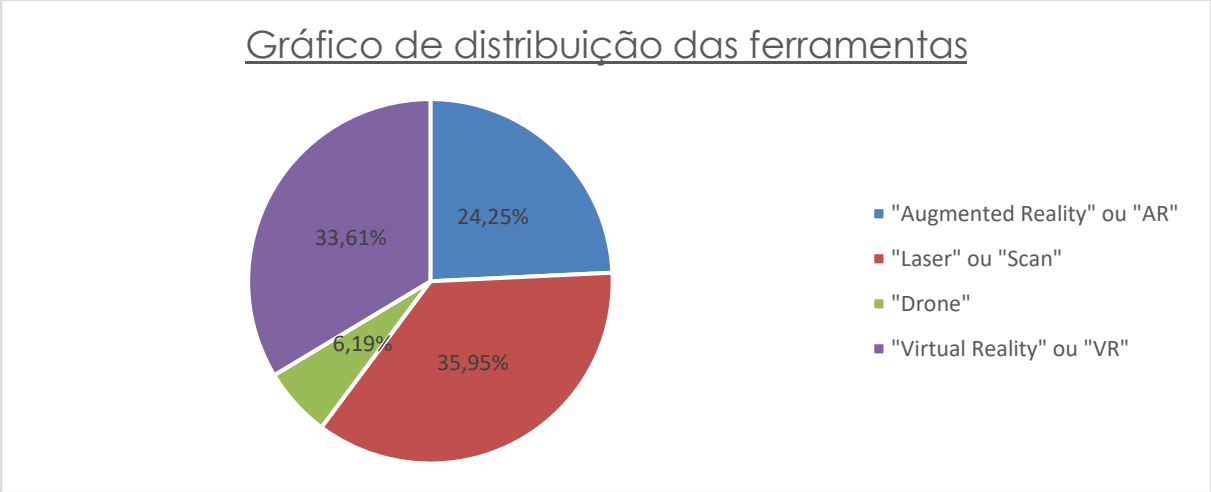
Fonte: Os autores

Figura 5 – Artigos por ano de publicação



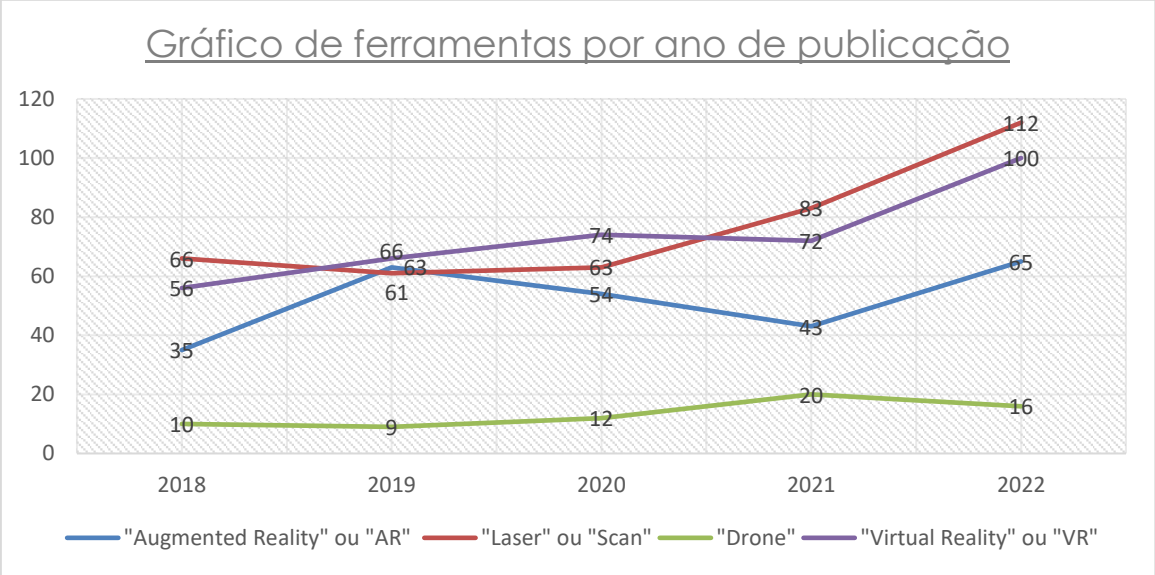
Fonte: Os autores

Figura 6 – Gráfico de distribuição das ferramentas



Fonte: Os autores

Figura 7 – Gráfico de ferramentas por ano de publicação



Fonte: Os autores

Ao analisar a Tabela 3 e os gráficos das Figuras 5 e 6, é possível notar uma quantidade significativa de publicações relacionadas aos termos escaneamento a laser e realidade virtual, evidenciando serem campos propícios para pesquisas e demonstrando serem áreas promissoras para estudos.

No gráfico que apresenta a quantidade de artigos publicados por ferramentas e distribuídos por ano de publicação, Figura 7, pode-se observar um grande aumento no número de publicações do ano de 2021 para o ano de 2022 das ferramentas realidade aumentada (51,2%), realidade virtual (38,9%) e escaneamento a laser (34,9%). Portanto, estima-se que para o ano de 2023 os números de publicações nessas áreas superem as do ano de 2022.

É possível notar também, além do baixo número de publicações relacionando BIM e o termo drone, houve uma diminuição de artigos do ano de 2021 pra o ano de 2022 (20%). Sendo assim, a relação do BIM com o uso de drones para realizar levantamento de quantitativos de serviços executados em uma obra, ainda representam um campo a ser explorado.

4 CONCLUSÕES

A partir da pesquisa realizada foi possível concluir que os termos BIM e levantamento de quantitativos estão sendo cada vez mais explorados em trabalhos acadêmicos, apresentando uma tendência de alta para o ano de 2023, apresentando-se como um campo de pesquisa fértil e em expansão.

A análise bibliométrica mostra, através dos mapas de conexões e de densidade, uma forte conexão e afinidade entre os termos BIM e o levantamento de quantitativos, ou seja, existem estudos envolvendo esses termos. Porém, somente o termo "SCAN" aparece no mapa, demonstrando que existe um campo de estudo a ser explorado com as demais ferramentas tecnológicas.

Nas pesquisas sobre ferramentas para auxílio/otimização dos levantamentos de quantitativos, foi possível observar um destaque para o escaneamento a laser e para realidade virtual, demonstrando essas áreas têm atraído a atenção de pesquisadores

e profissionais do setor da construção civil.

Além disso, foi possível verificar que existe um número reduzido de pesquisas acadêmicas relacionadas aos termos BIM e drones. Uma possível razão para a falta de estudos que conectam essas duas áreas pode ser a disponibilidade limitada da tecnologia de drones, o que dificulta sua aplicação conjunta e efetiva com o BIM.

Por fim, diante dos resultados obtidos, conclui-se que os termos pesquisados não estão saturados, os termos apresentam-se ainda como promissores e propícios para pesquisas. Além disso, é crescente o número de pesquisas relacionando ferramentas tecnológicas e o BIM para auxiliar no levantamento de quantitativos visando uma melhoria na qualidade dos projetos e possibilitando uma maior previsibilidade nas informações. Sendo assim, a partir deste trabalho, sugere-se estudos aprofundados envolvendo o BIM e as ferramentas que visam otimizar o processo de levantamento dos quantitativos dos serviços executados durante a execução de em uma obra.

REFERÊNCIAS

ALI, A. K.; LEE, O. J.; PARK, C. **Near Real-Time Monitoring of Construction Progress: Integration of Extended Reality and Kinect V2.** In: Proceedings of the 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2020: From Demonstration to Practical Use - To New Stage of Construction Robot, pp. 24-31.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas.** Brasília, DF: TCU, 2014.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. e LISTON, K. **Manual de BIM.** Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman, 2014.

FERREIRA, M. P. **A bibliometric study on Ghoshal's Managing across Borders.** Multinational Business Review, 2011, v. 19, n. 4, p. 357–375.

LAENGLE, S.; MODAK, N. M.; MERIGÓ, J. M.; DE LA SOTTA, C**. Thirty years of the International Journal of Computer Integrated Manufacturing: a bibliometric analysis**. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2018, v. 31, n. 12, p. 1247–1268.

MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C.; REIS, M. M. **IMPLEMENTATION FRAMEWORK FOR BIM ADOPTION AND PROJECT MANAGEMENT IN PUBLIC ORGANIZATIONS.** In: 36TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION, 2019, Banff. Proceedings of the 36 th International Symposium of Automation and Robotics in Construction, 2019. v. 1. p. 114-121.

MISHRA, E.; ANWAR, N.; IZHAR, M.A.; SUPPRASERT, S. **Image Based Inspection and Monitoring of Buildings.** In: Advances in Science, Technology and Innovation, 2021, pp. 107-110.

NERUR, S. P.; RASHEED, A. A.; NATARAJAN, V. **The Intellectual Structure of the Strategic Management Field: An Author Co-Citation Analysis.** Strategic Management Journal, 2008, v. 29, n. 3, p. 319–336.

SEPASGOZAR, S. M. E.; COSTIN, A. M.; KARIMI, R.; SHIROWZHAN, S.; ABBASIAN, E.; LI, J. **BIM and Digital Tools for State-of-the-Art Construction Cost Management.** Buildings, 2022, 12, 396.

SING, M. C. P; LUK, S. Y. Y.; CHAN, K. H. C.; LIU, H. J.; HUMPHREY, R. **Scan-to-BIM technique in building maintenance projects: practicing quantity take-off.** International Journal of Building Pathology and Adaptation, 2022.

SUCCAR, B. e KASSEM, M**. Macro-BIM adoption: Conceptual structures.** Automation in Construction, 2015, 57: p. 64–79.

VAN ECK, N.J., WALTMAN, L. **Visualizing Bibliometric Networks.** In: Ding, Y., Rousseau, R., Wolfram, D. (eds) Measuring Scholarly Impact. Springer, Cham. 2014.