Indústria 5.0: Oportunidades e Desafios para Arquitetura e Construção

13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

ARACAJU-SE | 08 a 10 de Novembro

ESTUDO DA EXPANSÃO DE PESQUISAS EM BIM A PARTIR DE PALAVRAS-CHAVE: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA [1]

STUDY OF THE EXPANSION OF BIM RESEARCH THROUGH KEYWORDS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Otto Araujo Nielsen
Instituto Militar de Engenheira | Rio de Janeiro, RJ | nielsen.otto@ime.eb.br

Giuseppe Miceli Junior
Instituto Militar de Engenheira | Rio de Janeiro, RJ | giuseppe.pged@ime.eb.br

Paulo César Pellanda
Instituto Militar de Engenheira | Rio de Janeiro, RJ | pellanda@ime.eb.br

RESUMO

O artigo apresenta uma pesquisa exploratória que utiliza análise bibliométrica para examinar a metodologia Building Information Modeling (BIM) e sua expansão nas áreas de pesquisa. A análise é baseada na identificação das palavras-chave utilizadas em artigos científicos publicados em periódicos internacionais no período de 2003 a 2023. Foram feitos três recortes temporais: o primeiro representa os primeiros 10 anos de pesquisa (2003-2013), o segundo abrange os primeiros 15 anos (2003-2018) e o terceiro engloba os 20 anos completos de análise (2003-2023). Inicialmente, foi realizada uma análise bibliométrica quantitativa para verificar o aumento significativo no número de publicações relacionadas ao BIM, demonstrando o crescente interesse da comunidade acadêmica nesse tema. Em seguida, como contribuição principal do artigo, identificaram-se os termos mais representativos nas pesquisas de cada período, com o objetivo de identificar as possíveis direções de expansão das temáticas associadas à pesquisa centrada na metodologia BIM. Além disso, buscou-se mensurar a relevância dessas novas temáticas dentro do contexto geral da pesquisa.

Palavras-chave: BIM, análise bibliométrica, expansão da pesquisa, interesse acadêmico.

ABSTRACT

The article presents an exploratory research that uses bibliometric analysis to examine the Building Information Modeling (BIM) methodology and its expansion in research areas. The analysis is based on the identification of keywords used in scientific articles published in international journals from 2003 to 2023. Three temporal cuts were made: the first represents the first 10 years of research (2003-2013), the second covers the first 15 years (2003-2018) and the third encompasses the full 20 years of analysis (2003-2023). Initially, a quantitative bibliometric analysis was carried out to verify the significant increase in the number of publications related to BIM, demonstrating the growing interest of the academic community in this topic. Then, as the main contribution of the article, the most representative terms in the researches of each period were identified, with the objective of identifying the possible directions of expansion of the themes associated with the research centered on the BIM methodology. In addition, we sought to measure the relevance of these new themes within the general context of the research.

Keywords: BIM, bibliometric analysis, research expansion, academic interest.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) desempenha papel fundamental para a economia global, pois é responsável pela construção e manutenção de infraestruturas críticas para o bem-estar social, como edifícios, pontes, estradas, sistemas de energia e muito mais. Além disso, gera empregos e renda em muitas partes do mundo e é um motor importante do crescimento econômico e ainda tem um impacto significativo no meio ambiente, com um grande potencial para reduzir a pegada de carbono e melhorar a sustentabilidade através do uso de materiais de construção sustentáveis e tecnologias verdes (CBIC, 2021).

No entanto, a construção civil é conhecida pela existência de muitas etapas interdependentes no processo produtivo, além disso, ocorre um nível de gerenciamento global quase inexistente em função da fragmentação dos processos que são gerenciados separadamente (RUSCHEL et al., 2013). Estes aspectos precisam ser resolvidos para que a indústria possa continuar a evoluir e atender integralmente às necessidades do mercado, garantindo seu inegável papel crucial na construção do futuro bem-estar das próximas gerações.

[1] NIELSEN, O. A.; MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C. Estudo da expansão de pesquisas em BIM a partir de palavras-chave: uma análise bibliométrica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023. p. 1–12. DOI: 10.46421/sbtic.v4i00.2587.

Neste cenário de desafios, a metodologia do Building Information Modeling (BIM) surge como uma solução para todos esses desafios, uma vez que permite a criação de modelos digitais de edifícios, infraestrutura e instalações, fornecendo aos profissionais de arquitetura, engenharia e construção um ambiente colaborativo para o desenvolvimento de projetos mais precisos, eficientes e sustentáveis (SUCCAR, 2010).

Nesse sentido, conceitua-se que a tecnologia BIM pode ser considerada uma facilitadora das construções modernas, isto porque, os modelos virtuais são construídos digitalmente englobando todas as fases do projeto o que corrobora para uma análise precisa na tomada de decisões e auxilia em um melhor controle que dê suporte para a construção, fabricação, controle das atividades e gastos (Eastman, 2018). Desta forma, o projeto deixa de ser uma atividade de especialistas e voltada para objetos específicos, passando a ser reconhecida como uma forma de atuar e pensar que pode trazer grandes impactos positivos para a sociedade (BARROS,2021).

Não apenas no setor AEC, diariamente nota-se inovações digitais, quebram-se velhos paradigmas, através da simplificação de métodos, fortalecimento da comunicação e enriquecimento do mundo digital. Com as rápidas mudanças da tecnologia da informação, o mundo digital tem se tornado uma tendência líder, provocando uma mudança no modo de pensar e desenvolver as etapas que fundamentam o projeto (Moura e Campagna, 2018).

A motivação para o artigo surgiu da percepção que a metodologia BIM embora tenha se consolidado, originariamente, como uma plataforma para pesquisas, voltadas à gestão de projetos, planejamento de construção, se expandiu aos poucos, capturado novas áreas de pesquisas, como gestão patrimonial e de gestão de governança (MICELI JUNIOR, 2020). Desta motivação, iniciou-se uma revisão sistemática da literatura, associada a análise bibliométrica para buscar confirmar este suposto movimento de que outras temáticas estavam sendo atraídas pelas pesquisas centradas em BIM.

Neste contexto, o presente artigo foi desenvolvido com o objetivo constatar que as pesquisas centradas em Bim encontram-se em expansão, atraindo novas temáticas através da associação das pesquisas e identificar as direções temáticas que estas pesquisas centradas na metodologia BIM acabaram abarcando nos últimos anos, verificando ainda a relevância destas temáticas dentro do contexto das pesquisas acadêmicas de BIM, como forma de validar ou refutar a percepção original e, ainda, buscar identificar as novas temáticas promissoras, ou seja, que ainda sejam pouco exploradas mas que já estejam obtendo relativa relevância no cenário total das pesquisas para apoio na definição das temáticas da dissertação de mestrado.

2 METODOLOGIA

Para a realização da análise proposta aplicou-se a metodologia de Revisão Sistemática de Literatura (RSL). A base de dados escolhida para a realização da revisão foi a Scopus por se tratar de uma base internacional e multidisciplinar.

Por ser uma pesquisa exploratória e abrangente, visando identificar o movimento de forma geral, definiu-se os termos de pesquisa: "BIM" OR “Building Information Modeling”. Estes termos foram selecionados para que a revisão não fosse prejudicada pela adoção de descritores, mas oferecesse um panorama abrangente da produção de pesquisas no período selecionado, ainda, optou-se por fazer a busca em inglês para garantir uma maior coleta de publicações, uma vez que a grande maioria dos artigos, mesmo em diversas línguas apresentam resumo e palavras chaves em inglês.

Os resultados encontrados com foram filtrados para temática Engenharia, uma vez que esta temática contem as demais temáticas associadas ao Setor da AEC e com livre acesso, esta busca resultou em 3.445 publicações. Foram então, descartados os artigos incompletos, panfletos, brochuras e os resumos dos eventos, perfazendo um total de 3.385 publicações para análises quantitativas e bibliométricas usuais, distribuídas ao longo de 20 anos de pesquisas (JAN 2003 a MAR 2023). Uma vez que este recorte temporal limitava bem o período de pesquisa sem afetar a amostra do total de publicações, uma vez que foram cortados menos de 0,1% do total de artigos publicados. Esta análise visa atender o desempenho das atividades de produção cientifica acadêmica, dado os critérios sistemáticos (Wolfram, 2017).

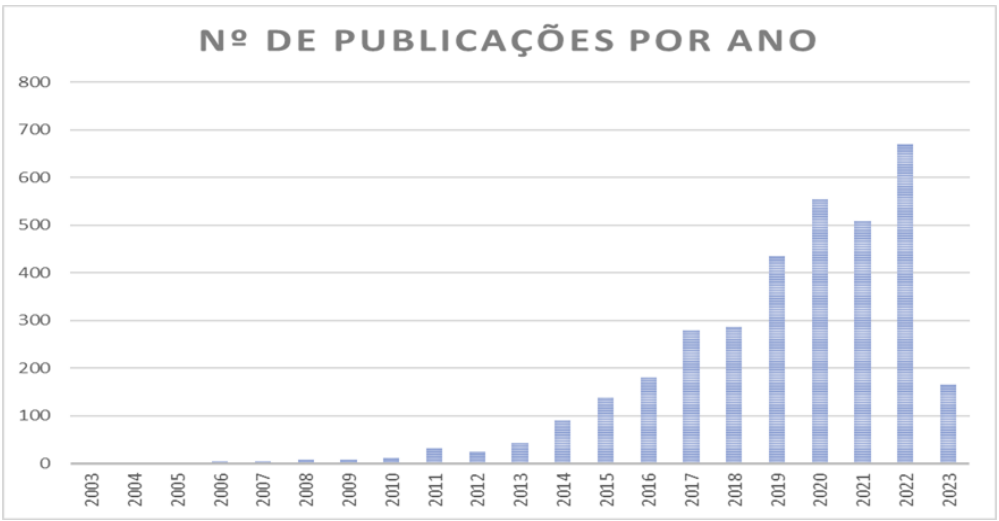
Posteriormente, dividiu-se as produções científicas em três subperíodos menores para os quais definiu-se lista de palavras chaves que pela repetição, tornavam-se termos representativos no contexto da pesquisa. Os períodos são propositadamente sobrepostos para que sempre seja possível verificar a relevância dos novos temas dentro do contexto geral da evolução das pesquisas.

A partir destas listas buscou-se identificar as possíveis direções que as novas pesquisas centradas em BIM podem levar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira tendência identificada foi o aumento da produção científica sobre BIM, em todo o período, como se pode ver na figura 1 a seguir. Ao se olhar de 2010 em diante, houve o aumento exponencial do número de publicações, o que reflete o crescente interesse pela metodologia. Além disso, também indica a preocupação cada vez maior em desenvolver e aprimorar o uso da metodologia BIM no setor AEC. A única exceção fica para o ano de 2021 que terminou com número menor de publicações do que o ano anterior, 2020. Este fato isolado foi inferido como um resultado natural das paralizações ocorridas e menor número de eventos em decorrência da pandemia de COVID-19.

Figura 1 - Nº de publicações por ano



Fonte: os autores.

Ao se realizar uma análise mais detalhada dos últimos 10 anos de publicações, apresentada na figura 2, percebe-se que o número de publicações acelerou em uma proporção maior que uma regressão linear, mostrando que o assunto está longe de seu ápice de publicações.

Figura 2 - Nº publicação por ano dos últimos 10 anos e a projeção linear



Fonte: os autores.

Entre os países que possuem um alto nível de conhecimento em BIM, destacam-se Reino Unido, Canadá, Finlândia e Nova Zelândia, de acordo com o estudo de Arrotéia, Freitas e Melhado (2021). Segundo Eadie *et al.* (2014), governos têm reconhecido os benefícios do BIM e implementado políticas para promovê-lo, o que pode ser observado pela classificação dos dez países que mais publicam sobre BIM. É possível notar a predominância de estudos em países desenvolvidos, como Reino Unido, Estados Unidos, Austrália, Alemanha e Canadá, que são os principais centros de pesquisa e desenvolvimento da metodologia e têm investido em programas governamentais para incentivar sua adoção na indústria da construção civil. No entanto, países emergentes, como China, Coreia do Sul e Malásia, têm aumentado sua produção científica, indicando uma crescente adoção do BIM nessas regiões, como pode ser verificado na Figura 3 a seguir.

O Brasil ocupa a 17ª posição, incluído na figura 3 para fins comparativos, embora ainda esteja em fase de implantação, já possui diversas iniciativas para a adoção do BIM, como a publicação do Guia BIM pela CBIC (CBIC, 2018), as normas relativas à modelagem da informação da construção, como a NBR ISO 19650 (ABNT, 2019) e a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, proposta pelo Governo Federal (Decreto 9.983/2019).

Figura 3 - Nº de Publicações por País.



Fonte: os autores.

Em seguida, foi realizada uma análise bibliométrica em diferentes períodos (1º período: 2003 - 2013; 2º período: 2003 - 2018; 3º período: 2003 - 2023), mantendo sempre a mesma data de início para permitir a medição das contribuições totais no contexto da pesquisa e permitir a comparação. Assim, o banco de dados foi separado em três bancos de dados distintos de acordo com os períodos escolhidos.

No entanto, observou-se que havia uma grande variação no número de periódicos e na quantidade de artigos sendo, consequentemente, discrepantes no número de termos gerados em cada pesquisa. Para solucionar essa questão, foi necessário equalizar as pesquisas nos três conjuntos de dados, a fim de buscar termos de mesma representatividade perante o total de pesquisas. Isso não poderia ser feito simplesmente escolhendo um número fixo de repetições de termos no banco de dados. Assim, foi definido o índice de representatividade como o número de repetições de um termo dividido pelo número total de termos no banco de dados, conforme equação abaixo.

$$Representatividade = \frac{Nº\ de\ repetições\ de\ um\ termo}{Nº\ de\ termos\ total\ do\ Banco\ de\ dados}$$

Dessa forma, fixou-se o percentual de repetições de termos sobre o total de termos do banco de dados, o que foi chamado de representatividade do termo. Isso permitiu uma avaliação isonômica dos termos em diferentes conjuntos de dados. Foram realizados testes com diferentes índices de representatividade para se verificar a quantidade de termos que atenderiam o critério, conforme apresentado a seguir na Tabela 1.

Tabela 1: Tabela do nº de repetições e nº de termos encontrado

Período	Nº de Periódicos		Representatividade					
			0,025%	0,05%	0,1%	0,5%	1,0%	2,0%
2003 2023	3.385	Nº repetições	15	29	59	294	588	1.175
		Nº Termos:	1.362	746	372	60	24	24
2003 2018	1.105	Nº repetições	6	11	22	112	225	450
		Nº Termos:	1.239	641	313	47	16	16
2003 2013	137	Nº repetições	1	2	4	19	39	78
		Nº Termos:	3.878	982	305	29	6	6

Fonte: os autores.

Deste estudo inicial, verificou-se que as representatividades menores que 0,1% trariam termos com duas repetições apenas no período entre 2003 e 2023, gerando longas listas de termos e por vezes aleatórios, enquanto as listas maiores que 1% não alterariam a lista de termos, mostrando que alguns termos são bem mais representativos que os demais. Por isto, foram adotados três termos de representatividade distintas (0,1%; 0,5% e 1,0%) para uma avaliação mais abrangente.

Para análise mais detalhada dos termos, optou-se por utilizar o software VOSViewer, programa que permite a criação de redes de relações de citações, acoplamento bibliográfico e análises das relações entre as palavras-chave. Foram então obtidos o seguinte número de termos encontrados correlacionados com sua representatividade, conforme apresentado na Tabela 2.

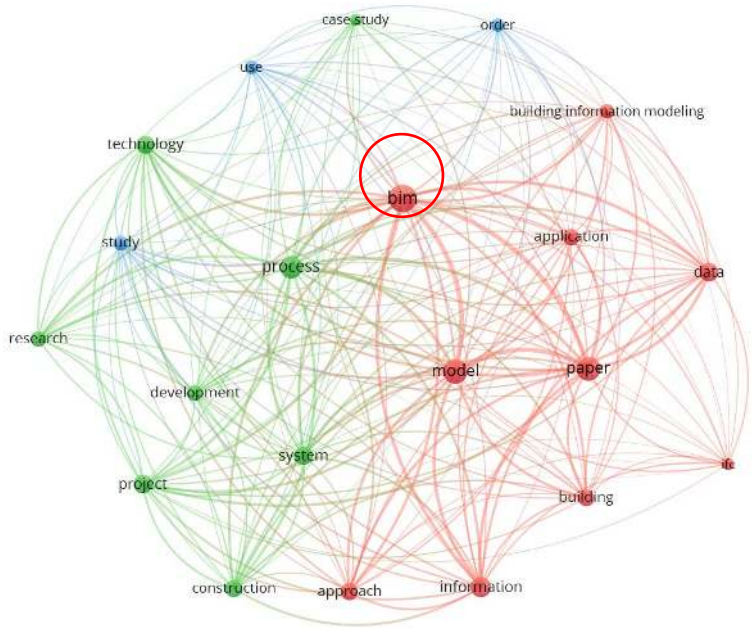
Tabela 2: Tabela do nº de repetições e nº de termos encontrado

Período	Tempo	Nº de Periódicos	Nº de Termos total do BD		Representatividade		
					0,1%	0,5%	1,0%
2003 2023	11 anos	3.385	58.750	Nº repetições	59	294	588
				Nº Termos:	372	60	24
2003 2018	18 anos	1.105	22.489	Nº repetições	22	112	225
				Nº Termos:	313	47	16
2003 2013	21 anos	137	3.878	Nº repetições	4	19	39
				Nº Termos:	305	29	6

Fonte: os autores.

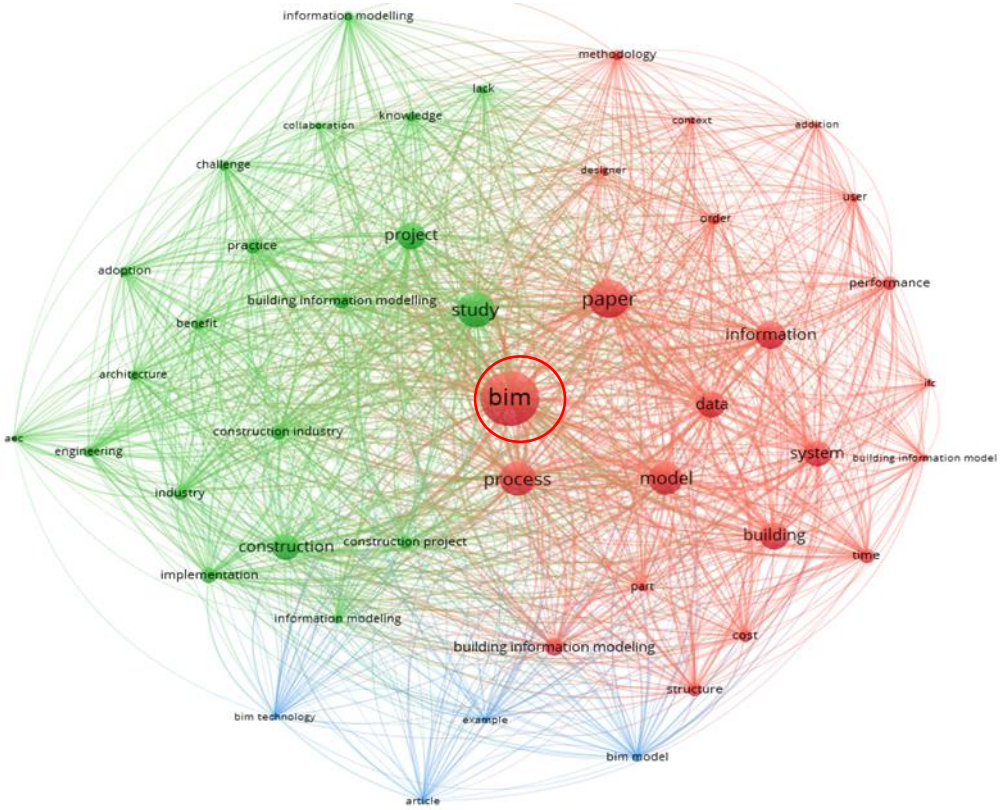
As figuras 4 e 5 a seguir apresentam duas nuvens de termos relevantes e as conexões estabelecidas entre os termos obtidos através da utilização do software VOSViewer, ambas para os termos de representatividade de 0,5%. Sendo a primeira, representada na Figura 4, referente ao período entre 2003 – 2013, com os 29 termos encontrados e na segunda, representada na Figura 5, no período de 2003 – 2023, com os 60 termos encontrados. Ainda, destaca-se os *clusters* das palavras-chaves mais citadas, apresentando os *link*s entre as palavras, onde a espessura da linha (entre um cluster e outro) expressa a força (ocorrência). O tamanho do *cluster* aponta o termo com mais "peso" em relação aos demais.

Figura 4 – Representação visual do mapa de conexões de termos com BIM para o período 2003 – 2013



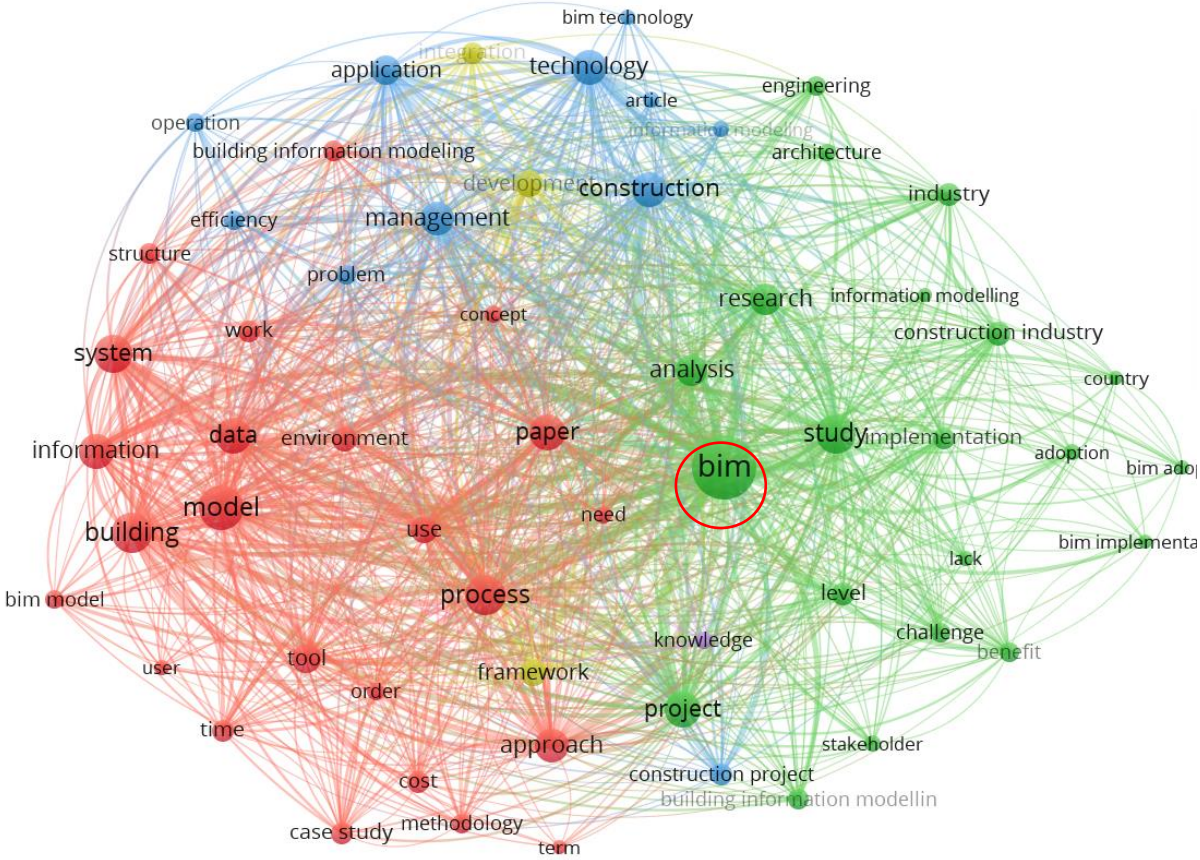
Fonte: os autores.

Figura 5 – Representação visual do mapa de conexões de termos com BIM para o período 2003 – 2018



Fonte: os autores.

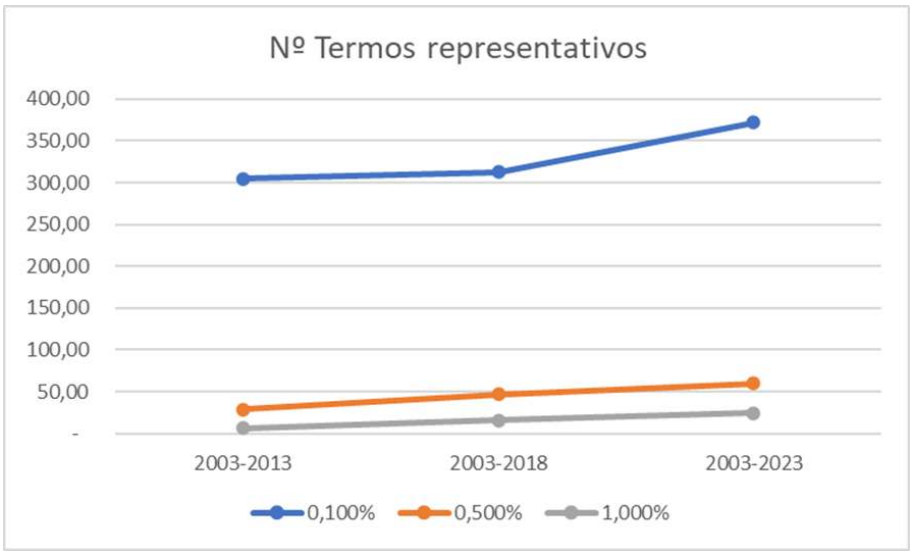
Figura 6 – Representação visual do mapa de conexões de termos com BIM para o período 2003 – 2023



Fonte: os autores.

De forma prática, é perceptível a ocorrência de novos termos, ao decorrer da evolução temporal. Ou seja, considerando somente a análise quantitativa, resumidamente apresentada na Tabela 1, ilustrada pelo mapa de conexões apresentados na Figura 4,5 e 6 percebe-se que o número de termos representativos aumenta com o aumento da janela temporal. Em definitivo, apresenta-se na Figura 5, a evolução do número de termos representativos para diversos períodos temporais e nas três representatividades calculadas, o que mostra que, com o passar do tempo, novos termos estão aparecendo e se tornando representativos no conjunto geral da pesquisa

Figura 7- Nº termos representativos para os diversos períodos



Fonte: os autores.

Importante observar, que por estar sendo adotada a representatividade como constante, ao invés do usual número de repetições, um novo termo para ser incluído deve ser repetido consideravelmente mais vezes nas novas pesquisas para entrar na lista de termos representativos. Além disto, um termo pode tornar-se obsoleto com andamento do espaço temporal, deixando de ter representatividade no contexto geral da pesquisa.

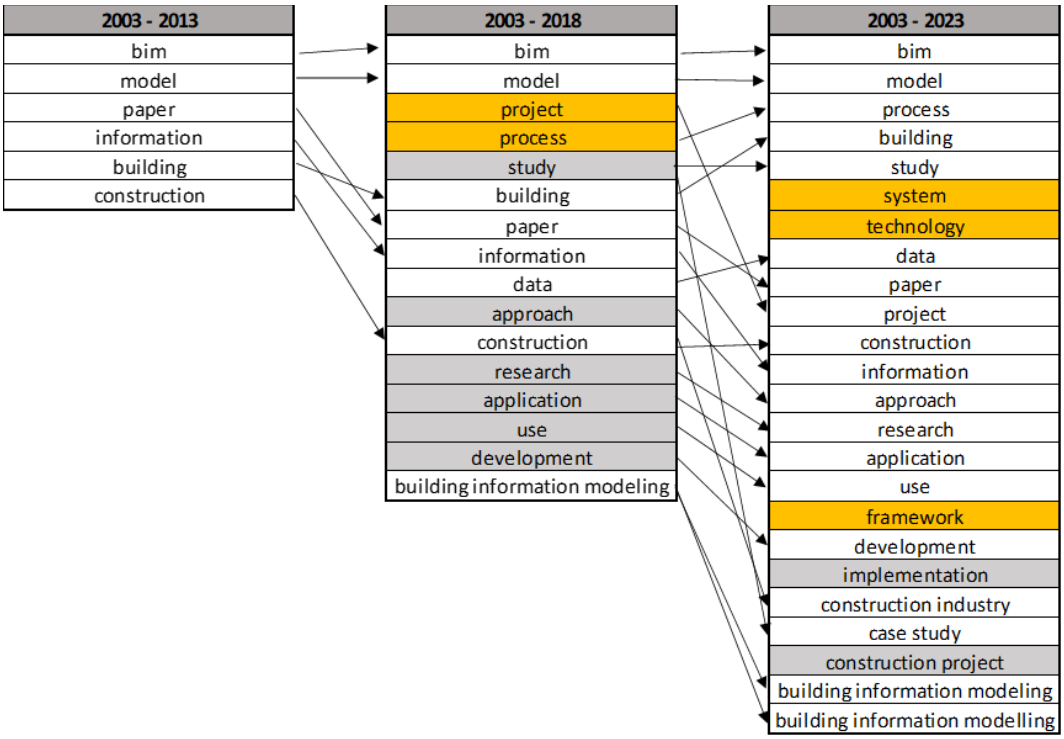
Porém, somente com o aumento do número de termos, não é possível afirmar que o BIM tem atraído novas áreas de pesquisas dentro do contexto da Engenharia, uma vez que a análise quantitativa pode ser falseada com a introdução de termos similares, descritivos, sinônimo ou de mesmo campo léxico que os anteriores. Assim, buscou-se realizar uma segunda análise, de cunho qualitativo, verificando a evolução das listas de termos representativos, para isso, realizou-se um primeiro tratamento eliminando os termos similares, como por exemplo:

- Sinônimos: construction, Building;
- Descritivos: BIM, Building information modelling;
- Mesmo campo léxico: use, user; case study, study;
- Palavras típicas de pesquisa: study, approach, reserch, application, use, development, implementation.

A figura 7 ilustra o processo realizado de forma manual para um dos casos, as listas de representatividade 1%, estão classificadas em ordem decrescente de recorrência dos termos, a ligação por setas feitas mostrando onde o termo aparece na próxima lista ou termos de grafia diferente. Em cinza os termos representativos eliminados pelo critério acima e em amarelo os novos termos representativos julgados distintos.

Não é esperado que novas áreas de pesquisa adquiriam representatividade alta em tão curto tempo (5 anos). A análise foi realizada com a lista de representatividade 1% manualmente somente para apresentação do método. Os demais foram realizados de forma mais automática com uso do Software Excel, organizando-as alfabeticamente, substituindo os sinônimos, descritivos, palavras de mesmo campo léxico, palavras típicas em uma lista e retirando-se as duplicatas.

Figura 8 - Representação esquemática do processo de avaliação de qualitativa dos termos



Fonte: os autores.

Ao final as listas de termos novos estão apresentadas na tabela 2 abaixo para as representatividades correspondentes. A listagem do período 2003-2013 não aparece pois foi usado de ponto de partida.

Tabela 2 - Tabela de termos novos encontrados e nº de repetição

	2003-2018		2003-2023	
	Termo	Nº	Termo	Nº
Representatividade 1,0%	Project	964	System	2.579
	Process	951	Technology	2.478
			framework	1.295
Representatividade 0,5%	management	657	environment	1.091
	time	257	structure	780
	cost	246	efficiency	667
	operation	194		
	architecture	167		
Representatividade 0,1%	life cycle	105	monitoring	279
	risk	83	digital twin	277
	infrastructure	62	optimization	240
	schedule	52	service	177
	automation	46	equipment	153
	cloud	43	iot	152
	construction management	37	comfort	137
	environmental impact	29	gis	128
	general contractor	22	health	120
			energy performance	113
			virtual reality	107
			blockchain	95
			augmented reality	90
			real time	75
			artificial intelligence	69
			smes	68

Fonte: os autores.

Assim, os resultados apresentados indicam que o BIM tem evoluído como área de concentração de pesquisa, criando ramificações que vem atraindo outras áreas da construção, tais como: gestão, planejamento, otimização, realidade virtual, infraestrutura, entre outras.

Complementarmente, realizou-se análise semelhante para curtos períodos: 2018 – 2023 (5 anos) e 2021 – 2023 (2 anos), com as mesmas representatividades constante (1%, 0,5% e 0,1%), para identificar novas ramificações da pesquisa potencialmente relevantes. Como lista base de termos adotou-se 2003 – 2013. As listas de termos representativos estão apresentadas na Tabela 3.

Da comparação dos resultados, sobre os períodos escolhidos e do índice de representatividade, pode-se constatar que:

- A representatividade de 1%, retornou termos abrangentes que não representam campos de pesquisa, como: *Project, Process, Technology, system* e *framework*;

- A representatividade de 0,5%, retornou termos compatíveis com novas áreas de pesquisa, como: *Management, Time, Cost, Operation* e *Arquitecture.* Estes surgem tão fortes entre 2013 – 2018 que se tornam representativos no total de pesquisas (2003 – 2018), e permanecem alvo de interesse no período 2018 – 2023, quando deixam de ser representativo, permanecendo somente *Time* para o período 2021 – 2023.

- A representatividade de 0,1%, retornou termos associados a metodologia, tecnologia ou artefatos, que podem gerar novas áreas de pesquisa, como: *Infrastructure, Risk, Life Cycle e Automation. Estes* surgem tão fortes entre 2013 – 2018, tornam-se representativos no total e deixam de ser em seguida. Porém, o interesse na pesquisa permanece, pois são termos representativos nos períodos parciais de 2018 – 2023 e 2021 – 2023.

- Períodos longos, como 2003 – 2023 e 2003 – 2013, parecem não retornar novas áreas de pesquisas, pois acabam retornando apenas termos mais gerais, como *System, Technology e framework*. Devendo ser associados a representatividades mais baixas como 0,5% e 0,1%, para resultados, como: *Digital Twin, IOT, GIS, Blockchain, Augmented Reality*.

- Ao período de 5 anos, 2018 – 2021, retornou termos bem coerentes com tendências de estudo, ainda não saturadas e de representatividade no contexto geral da pesquisa, como: *Time, Cost, Architecture e Management.*

- Ao período de 2 anos (2021 – 2023), retornou quase a mesma lista de termos relevantes que no período de 5 anos, aparentando irrelevância para análise.

Tabela 3 - Tabela de termos novos encontrados e nº de repetição nos períodos parciais de 2018 – 2023 e 2021-2023

	2018-2023		2021-2023	
Representatividade	**Termo**	**Nº**	**Termo**	**Nº**
1,0%	technology	2.036	Sem termos novos	-
	system	1.926		
	framework	1.018		
0,5%	management	1.568	time	262
	environment	831	information modeling	187
	industry	741		
	time	703		
	integration	676		
	cost	653		
	efficiency	667		
	operation	451		
	architecture	445		
	information modelling	257		
0,1%	digital twin	279	life cycle	100
	life cycle	275	digital twin	98
	workflow	264	optimization	89
	monitoring	245	monitoring	85
	risk	233	infrastructure	83
	optimization	217	risk	78
	infrastructure	207	automation	69
	waste	193	iot	57
	visualization	188	artificial intelligence	41
	automation	167	gis	40
	iot	148	bim environment	36
	schedule	137	real time	35
	city	132	augmented reality	34
	gis	118		
	laser scanning	101		
	virtual reality	98		
	blockchain	88		
	augmented reality	83		
	energy performance	81		
	data collection	80		
	cloud	73		
	artificial intelligence	69		
	heritage building	68		
	environmental impact	66		
	real time	60		

Fonte: os autores.

Assim, com relação ao índice de representatividade dos termos, a comparação dos resultados da pesquisa com diferentes níveis de representatividade indica que a representatividade de 1% retorna termos muito abrangentes e pouco relevantes para a pesquisa, enquanto a representatividade de 0,5% e 0,1% resultam em termos mais específicos e associados a novas áreas de pesquisa.

Enquanto que para os períodos de análise, os superiores a 10 anos, como 2003-2023 e 2003-2015, não retornam novas áreas de pesquisa e necessariamente devem ser associados a representatividades mais baixas para resultados relevantes. No entanto, o período de 5 anos, de 2018 a 2021, retorna termos coerentes com as tendências de estudo e ainda não saturados, enquanto o período de 2 anos, de 2021 a 2023, apresenta uma lista quase idêntica de termos e pode ser considerado irrelevante para análise.

CONCLUSÃO

A análise bibliométrica realizada neste artigo mostra que o Building Information Modeling (BIM) é um campo de pesquisa onde a produção científica vem crescendo, especialmente a partir de 2010. Ainda, o número de termos relevantes associados a pesquisa tem se ramificado, tornando a linha de pesquisa centradas na metodologia BIM um centro gravitacional de diversas temáticas pesquisadas, que tem atraído atenção de pesquisadores e profissionais do setor da construção civil.

Com relação metodologia adotada, cabe-se destacar que relativo aos termos de representatividade, mostraram-se muito úteis para identificação objetiva de temáticas proeminentes, particularmente as representatividades de 0,5% e 0,1% resultam em termos interessantes para maior aprofundamento, enquanto que análises realizadas em intervalo próximo a 5 anos parecem ser mais coerentes com termos em tendencia.

De todos os resultados obtidos, podemos constatar que houve um aumento no número de termos representativos ao longo do tempo, o que indica a crescente complexidade e abrangência das áreas de pesquisa relacionadas ao tema, conforme a percepção inicial, motivadora do artigo, apontava.

Em segundo lugar, conseguiu-se identificar o surgimento de novos termos representativos que identificam os direcionamentos da expansão das áreas emergentes de pesquisa, sendo tais termos descritos nas tabelas 2 e 3. O que demonstra a capacidade das pesquisas centradas na metodologia BIM de se adaptar e abarcar as demais temáticas importantes para acompanhar a evolução das necessidades da indústria da Construção.

E por fim, a notável representatividade do termo "Information Modeling" nos períodos parciais de 2018 a 2023 e de 2021 a 2023 sugere que a metodologia BIM está expandindo seu escopo além dos aspectos puramente relacionados à Construção.

Ainda, a crescente presença do termo "Information Modeling" indica que a metodologia BIM pode vir sofrer uma metamorfose para uma metodologia IM, "Information Modeling", possivelmente se consolidando como um método abrangente e sistêmico de gerenciamento de informações complexas, capaz extrapolar a cadeia produtiva do setor da AEC e abarcar todos os setores indiretamente relacionados a ele.

Nesta possível evolução da atual metodologia BIM para uma metodologia mais abrangente, denominada IM, poderia tornar-se uma abordagem amplamente adotada em diversos setores, trazendo melhorias significativas na gestão de informações, o que traria eficiência operacional perpétua, em setores que demandem decisões ágeis inseridas em ambientes complexos.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 19650:2019. Organização e digitalização de informações sobre edificações e obras de infraestrutura - Modelagem da Informação da Construção (BIM) - Gestão de informações utilizando BIM. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ARROTÉIA, A. V.; FREITAS, R. C.; MELHADO, S. B. Barriers to BIM Adoption in Brazil. Frontiers in Built Environment, Frontiers in Built Environment, ano 2021, v. 7, p. 1-12, 11 mar. 2021. DOI doi: 10.3389/fbuil.2021.520154

BARROS, G. G. Desafios para abordagens baseadas em projeto: projetistas como facilitadores no projeto participativo. In: Jeanine Mafra Migliorini. (Org.). Divergências e Convergências: Arquitetura, Urbanismo e Design. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora. Cap 14, p. 150-159. 2021.

CBIC. Manual de implementação BIM: guia prático para implantação da metodologia BIM. Brasília: CBIC, 2018.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Disponível em https://cbic.org.br/a-importancia-da-construcao-civil-para-a-economia-nacional/#:~:text=A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%2C%20por%20ser,capaz%20de%20%20proporcionar%20desenvolvimento%20social. Acesso em: 18 abr. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (BIM) no Brasil e estabelece a obrigatoriedade do uso do BIM em projetos de infraestrutura pelo

Governo Federal a partir de 2021. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 ago. 2019. Seção 1, p. 1.

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. A survey of current status of and perceived changes required for BIM adoption in the UK. Emerald Insight, Built Environment Project and Asset Management, ano 2015, v. 5, ed. 1, p. 4-21, 2 fev. 2015. DOI https://doi.org/10.1108/BEPAM-07-2013-0023.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. BIM Handbok: a guide to Building Information Modeling for owners, designers, engineers, constractors, adn facility managers. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018.

MICELI, G.; PELLANDA, P. C.; and REIS, M. C. Management Procedure For Sensitive Projects In The Context Of A BIM Adoption in a Public Organization In: Proc. 37th CIB W78 Information Technology for Construction Conference (CIB W78), São Paulo, Brazil, 2020, pp. 232-247. Acesso: 01/04/2023 DOI: http://dx.doi.org/10.46421/2706-6568.37.2020.paper017

MOURA, A. C. M.; CAMPAGNA, M. Co-Design: digital tools for knowledge-building and decision-making in planning and design. Disegnare CON, v. 11, n. 20, june 2018.

SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling Maturity Matrix. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. IGI, p.65-103, 2010.

RUSCHEL, Regina Coeli; VALENTE, Cesar Augusto Vieira; CACERE, Eduardo; QUEIROZ, Sérgio Ricardo Souza Leal de. O papel das ferramentas BIM de integração e compartilhamento no processo de projeto na indústria da construção civil. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil. Vol 7. Nº 3. 36-54. 2013. Disponível em: < https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/27487/15732> Acesso em: 25 FEV 2023.

WOLFRAM, D. A pesquisa bibliométrica na era da big data: Desafios e oportunidades. In: MUGNAINI, R.; FUJINO, A.; KOBASHI, N. Y. (Ed.). Bibliometria e cientometria no Brasil: infraestrutura para avaliação da pesquisa científica na era do Big Data. São Paulo: ECA/USP, 2017.