XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA SOBRE UTILIZAÇÃO DO BIM EM FACILITIES MANAGEMENT EM ESTUDOS DE CASO

ARARUNA, C. ÉVILA (1); CARVALHO, W.C. CAROLINA (2); FERREIRA, L. SERGIO (3); CARDOSO, F. FRANCISCO (4)

(1) Universidade de São Paulo, evilaararuna@usp.br
(2) Universidade de São Paulo, carolinawcc@usp.br
(3) Universidade de São Paulo, sergio.leal@usp.br
(4) Universidade de São Paulo, ff.cardoso@usp.br

RESUMO

O gerenciamento de facilidades ou facilities management (FM) consiste em uma série de processos e atividades de gestão para assegurar a funcionalidade do empreendimento por meio da integração de pessoas, equipamentos, serviços e tecnologia. As edificações e sua operação têm se tornado mais complexas. A metodologia Building Information Modeling (BIM) se apresenta como potencial facilitador para FM, pois consiste, na criação de um modelo virtual 3D da edificação com informações de interesse do proprietário e do administrador do empreendimento. No entanto, apesar do grande potencial já verificado, há poucas aplicações de BIM para o tema. Este artigo apresenta um mapeamento sistemático da literatura que aborda o uso do Building Information Modeling (BIM) no gerenciamento de facilidades (FM), para identificar e mensurar o que vem sendo produzido em nível global e as principais lacunas do tema. A metodologia é baseada em um Mapeamento Sistemático de Literatura, coletando informações de duas bases de dados. O objetivo deste trabalho é contribuir com uma visão geral da aplicação do BIM em FM, identificar os principais locais de publicação sobre o tema e facilitar a tomada de decisão de pesquisas e práticas futuras.

Palavras-chave: *BIM. Facilities Management. Mapeamento Sistemático.*

ABSTRACT

Facilities management (FM) consists of a series of management processes and activities that aim to ensure the functionality of the building through the integration of people, equipment, services and technology. Buildings and it's operation have become more complex. Building Information Modeling (BIM) methodology presents itself as a potential facilitator for facilities management as it consists, in part, of the elaboration of a virtual 3D model of the building with a series of information of interest to the owner and the building manager. However, despite the great potential, little has evolved with BIM applications for this subject. This article presents a systematic review of the literature that addresses the use of BIM in facility management, to identify and measure what has been produced globally and what are the main gaps in the theme. The methodology used is based on a Systematic Mapping of literature, collecting information from two Databases. The objective of this paper is to contribute with an overview

---

[1]ARARUNA, Évila Cristiane; CARVALHO, Carolina Wanderley Cabral; FERREIRA, Sergio Leal; CARDOSO, Francisco Ferreira. Mapeamento sistemático da literatura sobre utilização do BIM em Facilities Management em estudos de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

of BIM application for FM, to identify the main research and publication places about the subject and to facilitate the decision making of future research and practices

***Keywords**: BIM. Facilities Management. Systematic Mapping.*

1 INTRODUÇÃO

O uso da expressão facilidades está relacionado a ambientes produtivos, formalmente organizados e de considerável complexidade hierárquica. Neste cenário, facilidades são as funções de suporte ao core business, integrando diversas áreas relativas à edificação, instalações e serviços, garantindo a funcionalidade dos ambientes produtivos. Esta combinação de ações evidencia a necessidade do gerenciamento, conhecida como *Facilities Management* (FM) (ANTONIOLI, 2003).

Considerando o ciclo de vida dos empreendimentos, Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2011) avaliam que a maior parte da geração de informação está nas fases de planejamento e construção, que concentram maior esforço na sua produção. A cada mudança de fase ou subfase do processo, a informação gerada é perdida ou subutilizada, em função da falta de compartilhamento entre equipes e ferramentas. Assim, sendo as atividades operacionais do empreendimento uma das últimas etapas deste ciclo, muitas informações são extraviadas nos processos e etapas anteriores, bem como na transição entre construção e operação.

Teicholz (2013) ressalta ainda que grande parte de informações referentes aos espaços construídos são disponibilizados em meio físico – papéis, discos e arquivos digitais não compartilhados contendo projetos, manuais, detalhamentos, planilhas, entre outros. Todavia, este autor pontua ainda que a informação é fundamental para o eficiente planejamento e gestão de facilidades. Considerando a quantidade e diversidade de formatos disponíveis dos dados necessários à operação de uma edificação, suas instalações e equipamentos, fica evidente a necessidade de adequadas formas para sua coleta, acesso e atualização.

Para Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2011), o *Building Information Modeling* é uma das mais promissoras tecnologias desenvolvidas especificamente para construção civil. Sendo possível a partir dela criar um modelo virtual preciso do edifício. Portanto, a utilização de um modelo BIM na gestão de facilidades, conforme Ding, Drogemuller, Mitchell e Schevers (2006), tem a possibilidade de apoiar de maneira abrangente todas as operações de gerenciamento de ativos e instalações exigidas pelo edifício.

Alguns estudos têm sido desenvolvidos a fim de aplicar e avaliar as funcionalidades BIM para FM, como o pioneiro caso da *Opera House* em *Sydney* e campus universitário em *Northumbria* (Reino Unido).

Este trabalho tem como objetivo principal executar um Mapeamento Sistemático da Literatura sobre a identificação de estudos de caso que utilizam BIM para FM. Almejou-se identificar o que vem sendo produzido em nível global, bem como métodos e áreas mais explorados e ainda quais principais lacunas existentes na literatura. Desta forma, possibilitando fazer recomendações acerca das melhores decisões, pesquisas e práticas futuras.

2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

2.1 Definição

A construção de uma base de conhecimento científico sobre determinado tema é, em geral, fundamentada na análise de estudos anteriores. O Mapeamento Sistemático é tido por Kitchenham e Charters (2007) como um estudo secundário que consiste em uma ampla revisão de estudos primários em uma área temática específica. Este mapeamento utiliza uma metodologia bem definida para identificar, analisar e interpretar todas as evidências disponíveis a respeito de uma questão de pesquisa particular de maneira imparcial e repetível e permite identificar lacunas onde novos estudos primários são necessários.

Estudo primário é tido como um estudo experimental que investiga uma questão de pesquisa específica. Estudo secundário é aquele que revisa todos os estudos primários relacionados a uma questão de pesquisa específica, contribuindo para integrar ou sintetizar evidências sobre a questão de pesquisa (FEBERO; CALERO; MORAGA, 2014).

Uma definição mais detalhada de Mapeamento Sistemático da Literatura foi elaborada por Petersen, Feldt, Mujtaba e Mattsson (2008) explicando que o principal objetivo desta metodologia é fornecer uma visão geral de uma área de pesquisa, identificar a quantidade, os tipos e os resultados disponíveis nela. Muitas vezes, pretende-se mapear as frequências de publicação ao longo do tempo para verificar as tendências.

2.2 Etapas de elaboração

O Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) passa por um planejamento, a realização da pesquisa propriamente dita e a triagem das publicações levantadas (estudos primários) a partir de critérios de inclusão e exclusão (KITCHENHAM; CHARTES, 2007).

Na etapa inicial de planejamento do MSL, define-se o âmbito de aplicação através de perguntas de investigação que devem ser concebidas a fim de atingir o objetivo proposto. Existe ainda a necessidade de se definir quais serão os critérios de seleção, tanto os de inclusão (IC) quanto os de exclusão (EC). O objetivo desses critérios deve ser o da obtenção de publicações (estudos primários) relevantes para responder às perguntas de pesquisa (FEBERO; CALERO; MORAGA, 2014).

A segunda etapa é a realização da pesquisa por estudos primários nas fontes pré-definidas que deverá seguir o planejamento estabelecido. Esse plano contempla a determinação de palavras-chave e as sequências de pesquisa, que seria o passo a passo de identificação, análise, triagem e geração de resultados. Na terceira etapa os estudos primários identificados nas fontes de pesquisa passam por uma análise inicial e triagem a partir dos critérios de seleção com o objetivo de identificar aqueles que, de fato, são relevantes (FEBERO; CALERO; MORAGA, 2014).

Em seguida, na quarta etapa, aqueles selecionados passam por uma nova análise para fins de classificação. A partir da leitura do título e do resumo das publicações, busca-se identificar termos e conceitos de interesse que permitem o agrupamento dos estudos primários em categorias relacionadas. Por último, na quinta etapa, os resultados são sintetizados em mapas que facilitam a visualização e análise (FEBERO; CALERO; MORAGA, 2014).

3 MÉTODO

3.1 Definição do foco do estudo

Determinou-se que o ponto central a ser investigado era a busca por estudos de casos de aplicações de BIM para *Facilities Management*. Com isso, foi possível estabelecer o método *keywording* para selecionar as palavras-chave a serem usadas como entrada nas bases de dados com a finalidade de encontrar os artigos.

O campo para pesquisa utilizado foi o "Título do Artigo, Resumo, Palavras-chave". O método utilizado para o mapeamento sistemático foi dividido em algumas etapas. Optou-se pelo seguinte conjunto de palavras-chave: "*BIM OR Building Information Model*" AND "cases" AND "Facilit* Management OR Facilit* OR FM*". As bases de dados selecionadas para pesquisa eram internacionais, por essa razão as palavras-chave foram aplicadas em inglês.

3.2 Bases de dados

As bases de dados escolhidas foram: *Scopus* e *Web of Science*. Esta seleção foi feita visto que estes bancos de dados são os mais difundidos em diferentes campos científicos para pesquisa na literatura (GUZ; RUSHCHITSKY, 2009 apud CHADEGANI; SALEHI; MELOR; FARHADI; FOOLADI; EBRAHIM, 2013). Assim, as referências encontradas nestas plataformas foram exportadas a partir de um tratamento de dados no Microsoft Excel (2016) e da utilização do *software Zotero* (2019). Por fim, analisaram-se os dados em planilhas Microsoft Excel (2016).

3.3 Critérios para seleção

A referência de todas as publicações encontradas a partir da metodologia supracitada foram baixadas. Em seguida, os dados coletados, provenientes das plataformas consultadas, foram colocados na mesma planilha em ordem alfabética para a exclusão dos duplicados, 244 artigos estavam repetidos.

Posteriormente, os títulos dos documentos foram analisados e classificados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: a) totalmente dentro do tema - cita BIM para FM e ao menos um estudo de caso (37 publicações); e b) dentro do tema, mas sem estudo de caso - cita somente BIM para FM (60 publicações). Bem como os seguintes critérios de exclusão: c) parcialmente fora do tema - cita BIM, no entanto, não aborda FM (335 publicações); e por fim d) fora do tema (101 publicações). Neste contexto, 436 artigos foram considerados inelegíveis para o assunto abordado como, por exemplo, os títulos "*An Immersive Approach to Construction Cost Estimating*" (BADEMOSI; TAYEH; ISSA, 2019) e "*Augmented reality design decision support engine for the early building design stage*" (KRAKHOFER; KAFTAN, 2015). O fluxograma apresentado na Figura 1 sintetiza essa etapa inicial de triagem.

A partir desta filtragem inicial, efetuou-se a leitura dos resumos daqueles incluídos dentro dos dois primeiros critérios (97 publicações) para confirmação e reavaliação da pertinência ao escopo do trabalho. Entre estes, 40 documentos não continham estudos de caso explicitamente colocados em prática. Pode-se exemplificar, devido ao seu foco divergente, como a abordagem para transferência e atualização de informações (SALAZAR; ABOULEZZ; ALVAREZ, 2019).

Figura 1 – Etapa inicial do Método utilizado

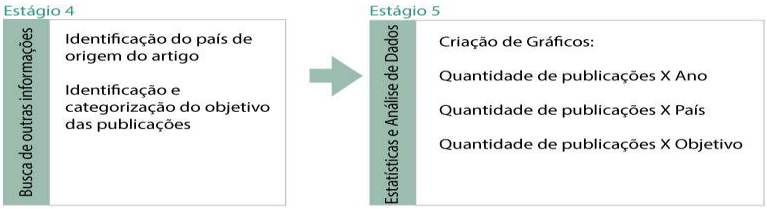


Fonte: Autores

3.4 Análise dos dados

Após o tratamento dos dados, analisou-se quanto aos anos de publicação e locais onde tais estudos foram realizados. Classificaram-se os artigos escolhidos em sete categorias de acordo com o objetivo principal da publicação. Ao final, foram criados gráficos com os resultados da análise descrita no fluxograma disposto na Figura 2.

Figura 2 – Etapa final do Método utilizado



Fonte: Autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao coletar os documentos nas bases de dados a partir das palavras-chave definidas, obtiveram-se 494 artigos na *Scopus* e 283, na *Web of Science*, totalizando 777 artigos. Destes apenas 12,5% foram utilizados, após a filtragem realizada, resultando em 97 artigos considerados dentro do foco da pesquisa.

A análise estatística foi feita com relação aos 97 artigos tidos como elegíveis e pertencentes aos dois primeiros critérios de triagem. A Figura 3 apresenta um gráfico dos artigos elegíveis distribuídos pelo ano de publicação de cada um, mostrando uma tendência crescente na publicação deste tema.

Figura 3 – Quantidade de publicações elegíveis classificado pelo ano



Fonte: Autores

Analisou-se a origem da localidade dos estudos escolhidos e foi possível avaliar onde as pesquisas sobre aplicações de BIM em FM estão com maior disseminação. Os resultados estão dispostos na Figura 4. Destaca-se os Estados Unidos como país que

mais publica artigos sobre o tema, com pelo menos o dobro de publicações (25) em relação ao segundo colocado, a Inglaterra (12). Em terceiro lugar aparece o Canadá com 10 publicações.

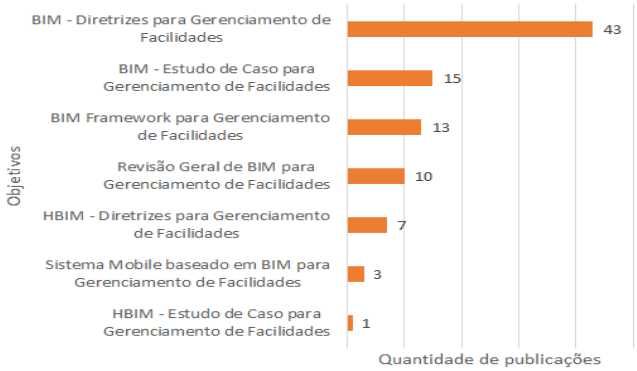
Figura 4 - Quantidade de publicações elegíveis classificado pelo país



Fonte: Autores

Os artigos foram classificados em sete categorias de acordo com os objetivos principais ressaltados pelos autores. Estas são: diretrizes BIM para gerenciamento de *Facilities*, que é o tema que possui a maior quantidade de publicações, estudo de caso de BIM para FM, *framework* BIM para FM, revisão de BIM para FM, diretrizes de *Historic Building Information Modeling* (HBIM) para FM, sistema móvel baseado em BIM para FM, estudo de caso HBIM para FM. A Figura 5 apresenta um gráfico com os resultados desta análise.

Figura 5 - Quantidade de publicações elegíveis classificado pelo objetivo



Fonte: Autores

As publicações consideradas dentro do primeiro critério de triagem, ou seja, totalmente dentro do escopo da pesquisa foram mais bem avaliadas e elaborou-se uma matriz para classificar cada artigo de acordo com seu respectivo objetivo principal e país de publicação. Esta encontra-se disposta na Figura 6. A classificação foi feita utilizando sete categorias a partir do conteúdo dos documentos revisados. Dessa forma, é possível consultar esta tabela e definir precisamente qual autor dissertou sobre cada temática especificamente.

Figura 6 - Publicações analisadas dentro da temática pesquisada

Nº Documento	AUTORES	TEMA							PAÍS																
		BIM - Diretrizes para FM	BIM - Estudo de Caso para FM	BIM - Framework para FM	Revisão Geral de BIM para FM	HBIM - Diretrizes para FM	Sistema Mobile baseado em BIM para FM	HBIM - Estudo de Caso para FM	Estados Unidos	Inglaterra	Canadá	Itália	Não identificado	Austrália	Taiwan	Filândia	China	Suécia	Turquia	República Theca	Espanha	Coreia do Sul	Alemanha	Irã	Hong Kong	Egito
01	Thabet W., et al.	x							x																	
02	Chunduri S., et al.	x							x																	
03	Wang Z., Bulbul T., Lucas J.		x						x																	
04	Morris J., et al.		x											x												
05	Codinhoto R., Kiviniemi A.		x							x																
06	Terreno S., et al.	x							x																	
07	Kassem M., et al.		x							x																
08	Kiviniemi A., Codinhoto R.		x							x																
09	Wang Y., et al.			x													x									
10	Gu B., Ergan S., Akinci B.		x						x																	
11	Lee B. W., et al				x										x											
12	Vach K., Holubec P., Dlesk A.				x															x						
13	Beck S., et al.				x																		x			
14	Akhoundan M.R., et al.			x																				x		
15	Gillard A., et al.		x							x																
16	Terreno S., et al.		x																							
17	Korpela J., et al.		x														x									
18	McArthur J.J., Bortoluzzi B.	x									x															
19	Koch C., et al.			x														x								
20	Lucas J., Bulbul T., Thabet W.	x							x																	
21	Brooks T.J., Lucas J.D.	x							x																	
22	Lin C., Y., et al.														x											
23	Villa V.; Lauria, A; Caldera, C.					x								x												
24	Kim H., Kim C., Lim H., Kim H.						x																x			
25	Jupp J., Awad R.		x											x												
26	Lin Y. C., Su Y.-C., Chen Y.-P.														x											
27	Su Y. C., Lee Y.C., Lin Y.C.	x													x											
28	Motamedi A., et al.	x									x															
29	Eftekharirad R., et al.	x									x															
30	Motamedi A., et al.	x									x															
31	East E.W., et al.	x							x		x															
32	Liu R., Zettersten G.		x						x																	
33	Frosini G., et al.					x						x														
34	Banfi F., et al.											x														
35	Bruno S., et al.					x						x														
36	Pavan M., Shariar, M				x								x													
37	Parsanezhad P., et al.	x																x								
38	Chong H., et al.	x															x									
39	Jupp J.R.	x												x												
40	Gunduz M., et al.	x																	x							
41	Xu, L.	x											x													
42	Motamedi A., Hammad A.	x									x															
43	Motamedi A., et al.	x									x															
44	Delgado J.M.D., et al.	x								x																
45	Quattrini R., et al.					x						x														
46	Artan D., et al.	x																	x							
47	Marzouk M., Abdelaty A.	x																								x
48	Hallberg D., Tarandi V.	x																x								
49	Zhong BT,. et al.			x									x													
50	Motamedi A., Hammad A.	x									x															
51	Zhang L., et al.	x															x									
52	Motamedi A., et al.	x									x															
53	Patacas J., et al.									x																
54	Matějka P., et al.	x																		x						
55	Wetzel E. M., et al.			x					x																	
56	Chen W., et al.	x																							x	
57	Lucas J., Thabet W.			x					x																	

Fonte: Autores

5 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados, conclui-se que o desenvolvimento de estudos de caso em FM com utilização de BIM apresenta-se embrionário. Visto que o percentual de trabalhos identificados com estudos de casos, só corresponderam a 12,5% dos documentos analisados. Tal fato indica que o assunto ainda é tratado num nível introdutório e pouco abordado com práticas reais e casos já testados.

Os temas centrais das publicações encontradas no escopo desta pesquisa concentram-se na criação de diretrizes para a utilização do BIM em gerenciamento de facilidades, seguido por estudos de caso de BIM para FM. Em contraponto os temas menos abordados são referentes ao: *Historic Building Information Modelling* (HBIM) com estudos de caso, HBIM diretrizes para FIM e Sistemas *mobile* baseados em BIM para FM.

Observou-se que a produção científica sobre BIM para *Facilities* vem aumentando significativamente a partir do ano de 2013, dando um grande salto de em relação a anos anteriores, concentrando-se em países como Estados Unidos e Inglaterra.

Com este mapeamento sistemático foi possível identificar lacunas de conhecimentos e definir alguns tópicos fundamentais para pesquisas futuras. A análise de casos com estimativas reais de quanto é economizado a partir do emprego das funcionalidades BIM em FM consiste em uma vertente essencial a ser investigada para aumentar a adoção dessas tecnologias. A aplicação prática de estudos de casos que comparem os benefícios do uso de BIM na fase operacional em edificações com funções diversas também se trata de um aspecto relevante para a temática.

REFERÊNCIAS

ANTONIOLI, P. E. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas.** 256 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

BADEMOSI, F.M.; TAYEH, R.; ISSA, R.R.A. **An Immersive Approach to Construction Cost** Estimating Computing in Civil Engineering ©ASCE. 2019.

CHADEGANI, A. A.; SALEHI, H.; MELOR, M.D.; FARHADI, H.; FOOLADI, M.; FARHADY, M.; EBRAHIM, N. A. **A comparison between two main academic literature collections: web of Science and Scopus databases**. Asian Soc. Sci. 9 (5) (2013) 18–26

DING, L; DROGEMULLER, R.; MITCHELL, J.; SCHEVERS. H. **An Integrated Collaborative Approach for FM- Sydney Opera House FM Exemplar**. International Conference of the CRC for Construction Innovation. 2006

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, p. 16, 2011.

FEBERO, F.; CALERO, C.; MORAGA, M. A**. A systematic mapping study of software reliability modeling. Information and Software Technology**. V. 56, p. 839-849, Mar. 2014.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering.** Technical Report EBSE, Keele University/Durham University Joint. 2007.

KRAKHOFER, S.; KAFTAN, M. **Augmented reality design decision support engine for the early building design stage**. 20th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia: Emerging Experiences in the Past, Present and Future of Digital Architecture. Pages 231-240. South Korea. 2015.

PETERSEN, K.; FELDT, R.; MUJTABA, S.; MATTSSON, M. **Systematic mapping studies in software engineering.** In: 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING, 108, Bari/Italy, 2008. Proceeding.. Bari: EASE/University of Bari, 2008.

SALAZAR, G. F.; ABOULEZZ, M.; ALVAREZ, S**. Integration of Building Information Modeling and Facilities Management: A Case Study at Worcester Polytechnic Institute**. Computing in Civil Engineering 2019: Visualization, Information Modeling, and Simulation ASCE. 2019.

TEICHOLZ, Paul M (Ed.). **BIM for facilities management**. New Jersey, 2013. 332 p.