


# BUILDING INFORMATION MODELING NOS PROCESSOS DE GERENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES

## Building Information Modeling (BIM) in Facility Management Processes

**Elis Mayumi Yamamoto Borrelli**
Universidade Federal do Paraná | Curitiba, PR | elisyamamoto@ufpr.br

**Sergio Scheer**
Universidade Federal do Paraná | Curitiba, PR | scheer@ufpr.br

**RESUMO**

O *Building Information Modeling* (BIM) para *Facility Management* (FM) é um método para fornecer ambientes de trabalho seguros, eficazes e eficientes. A manutenção é o período mais longo no ciclo de vida de um edifício, onde a maioria (85%) das despesas operacionais naturalmente se acumulam. No entanto, devido à falta de conhecimento sobre o assunto, muitos gerentes não dão a devida importância ao FM. Para tanto, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de identificar os temas de pesquisa mais frequentes para a FM com a adoção do BIM, bem como as ferramentas mais utilizadas para o BIM-FM. Esta pesquisa foi desenvolvida como uma parte inicial de uma dissertação de mestrado. Os resultados das pesquisas de 2010 a 2018 relacionadas à aplicação do BIM no Gerenciamento de Instalações são apresentados neste artigo. No total, 81 artigos foram analisados. A ferramenta BIM mais utilizada foi o Revit e, para FM, o padrão COBie. O assunto mais explorado na literatura revisada é a "Proposta da estrutura BIM-FM" e, por isso, uma estrutura BIM-FM é proposta. Há uma lacuna quando se trata de custos na implementação e operação do BIM-FM, abrindo espaço para pesquisas sobre o assunto.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de instalações; Modelagem de Informação da Construção; Operações e Manutenção; Revisão Sistemática da Literatura.

**ABSTRACT**

*The Building Information Modeling (BIM) for Facility Management (FM) is a method to provide safe, effective and efficient work environments. Maintenance is the longest period in the life cycle of a building, where most (85%) of operating expenses naturally accumulate. However, because of the lack of knowledge on this subject, many managers do not give due importance to FM. Therefore, a Systematic Literature Review (SLR) was carried out in order to identify the most frequent research subjects for FM with the adoption of BIM, as well as the most used tools for BIM-FM. It was developed as an initial part of a master's thesis research. The results of the researches from 2010 to 2018 related to the application of BIM in Facility Management are presented in this paper. In total, 81 papers were analyzed. As the most used BIM tool was Revit and, for FM was the COBie standard. The most explored subject in the reviewed literature is the "Proposal of BIM-FM framework" and because of that a BIM-FM framework is proposed. Finally, there is a gap when it comes to costs in the implementation and operation of BIM-FM making room for research on this subject.*

**Keywords:** Facility Management (FM); Building Information Modeling (BIM); Operations & Maintenance; Systematic Literature Review.

## 1 INTRODUÇÃO

A falta de atenção necessária para o gerenciamento das instalações das edificações pode ser constatada nos frequentes casos de edificações retiradas de serviço muito antes de cumprida a sua vida útil projetada, causando transtornos aos seus usuários e um sobrecusto dos serviços de recuperação ou construção de novas edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). Além disso, as atividades de manutenção são vistas como um problema financeiro de baixa prioridade, enquanto deveriam ser consideradas como um investimento, pois retardam o envelhecimento e agregam valor ao produto imobiliário (BARBOSA; PUSCH, 2011).

Neste contexto, percebe-se a necessidade de implementar soluções tecnológicas como o *Building Information Modeling* (BIM) com o *Facility Management* (FM) ou em português gerenciamento de instalações, para que o gerenciamento das instalações seja mais eficiente e produtivo, o que, consequentemente, gera redução de custos para a empresa. Por isso, foi feita uma Revisão Sistemática da Literatura para verificar o que está sendo estudado a respeito deste tema, quais ferramentas utilizadas e

BORRELLI, E. M. Y.; SCHEER, S. Building Information Modeling nos Processos de Gerenciamento de Instalações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: ANTAC, 2019. Disponiível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/178

consequentemente, qual a lacuna para o tema em questão. Ao final do artigo, foi apresentado uma proposta de estrutura BIM-FM, abordando desde o início da modelagem BIM até a fase de *Facility Management*.

Sua estrutura deverá seguir o padrão IMRD (introdução, metodologia, resultados e discussão). A Revisão Bibliográfica não deve ser extensa, mas apenas contextualizar brevemente o referencial teórico.

O propósito deste documento é prover diretrizes para a formatação de artigo compacto. Ao seguir estas instruções você preserva o layout de seu artigo nos Anais do SBTIC.2019. Toda a formatação está presente nos Estilos do Word. Para simplificar a tarefa de formatação, recomendamos que você substitua estas instruções pelo seu trabalho original.

## 2 METODOLOGIA

De acordo com Kitchenham (2007), uma revisão sistemática da literatura é um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa em particular, ou área temática, ou fenômeno de interesse. Para isso, foram elaboradas quatro etapas, descritas a seguir.

Na etapa 1, o protocolo de busca foi definido pelos termos e locais de busca onde foram definidas quatro fontes de dados para a pesquisa, as palavras-chave foram utilizadas de acordo com o objetivo determinado e o período de publicações (de 2010 a 2018), limitando-se a artigos em inglês e português. Ver o Quadro 1.

**Quadro 1-** Palavras-Chave, Fontes de Pesquisa e Número de Artigos Encontrados

| PALAVRAS-CHAVE | FONTES DE PESQUISA | NUM. ARTIGOS |
|---|---|---|
| "Building Information Modeling (BIM)" e "Facility Management (FM)" | Google Scholar | 236 |
| | Scopus | 183 |
| | Web of Knowledge | 110 |
| | Science Direct | 177 |
| Total | | 706 |

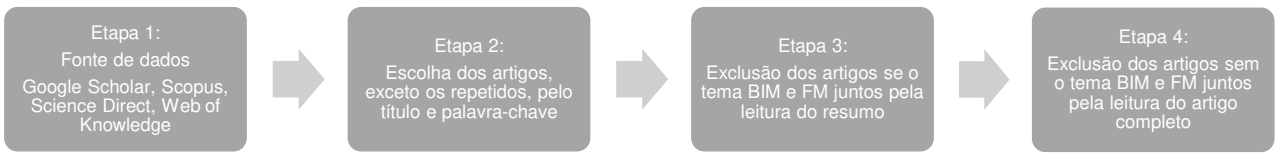
**Fonte:** Os autores.

Na etapa 2, foram selecionados pelo título e palavra-chave os artigos que mais se aproximavam ao tema escolhido (BIM-FM) e foram eliminados os artigos repetidos, resultando em 95 artigos.

Em seguida foram lidos os resumos dos artigos. Nessa fase foram eliminados artigos que não desenvolveram um estudo sobre *Building Information Modeling* (BIM) com *Facility Management* (FM) e que não haviam sido identificados para a exclusão prévia. Nesse processo, foram eliminados seis artigos, restando 89 a serem estudados por completo. Na etapa 4, analisou-se os textos completos resultando na identificação de 81 artigos nos quais foram desenvolvidos estudos BIM-FM e que poderiam ter seus dados extraídos para a elaboração da presente pesquisa.

O método utilizado baseado na Revisão Sistemática da Literatura pode ser observado na Figura 1.

**Figura 1** - Esquema da Revisão Sistemática da Literatura




**Fonte:** Os autores.

Para a análise dos dados dos artigos selecionados, foram utilizados os seguintes parâmetros: país, eixo temático e ferramenta utilizada (apenas para os estudos de caso).

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Classificação dos artigos de acordo com o país

Da Revisão Sistemática da Literatura realizada, analisando a abrangência de artigos BIM-FM publicados em português e inglês, entre os anos de 2010 a 2018, destaca-se que 20% ou 16 artigos são dos Estados

Unidos, 12 artigos na Inglaterra, 7 no Canadá e 6 no Brasil. A Figura 2 mostra a quantidade de artigos publicados em cada país.

**Figura 2 -** Artigos BIM-FM publicados em cada país

| País | Qtdade |
|---|---|
| Estados Unidos | 16 |
| Inglaterra | 12 |
| Canadá | 7 |
| Brasil | 6 |
| Austrália | 5 |
| China | 4 |
| Malásia | 4 |
| Coreia | 3 |
| Taiwan | 3 |
| Finlândia | 2 |
| Polônia | 2 |
| Portugal | 2 |
| Sri Lanka | 2 |
| Alemanha | 1 |
| Escócia | 1 |
| Geórgia | 1 |
| Hungria | 1 |
| Irã | 1 |
| Itália | 1 |
| Japão | 1 |
| Praga | 1 |
| República Checa | 1 |
| Singapura | 1 |
| Suécia | 1 |
| Turquia | 1 |
| Vietnã | 1 |




**Fonte:** Os autores.

## 3.2 Classificação dos artigos de acordo com o eixo temático

O eixo temático foi separado de acordo com o objetivo principal de cada artigo. Em alguns artigos constam dois eixos temáticos diferentes, pois abordaram mais de um assunto (Quadro 1). No item de benefícios, barreiras, desafios e/ou lacunas BIM-FM, nem todos autores citados abordaram todos esses temas, porém, como são eixos similares, foram colocados no mesmo item para simplificar.

**Quadro 1** - Autores por eixo temático (continua)

| EIXO TEMÁTICO | AUTORES | QUANT. |
|---|---|---|
| Proposta de estrutura | (MCARTHUR, 2015; AMMARI; HAMMAD, 2014; HU et al., 2016; LIN et al., 2016; WANG et al., 2013; ZADEH et al., 2017; TUCKER; MASURI, 2018; MAYO et al., 2017; PARSANEZHAD; DIMYADI, 2014; NGUYEN et al., 2017; AHN; CHA, 2014; ASHWORTH et al., 2016; MOTAMEDI et al., 2014; THABET; LUCAS, 2017a; KASPRZAK ; DUBLER, 2012; CHENG et al., 2016, 2018; SANTOS; CALMON, 2017; PISHDAD-BOZORGI et al., 2018; GLEASON, 2013; WETZEL; THABET, 2015) | 21 |
| Gestão da informação | (YANG; ERGAN, 2017; IBRAHIM et al., 2016; KANG; CHOI, 2015; HU et al., 2018; MOTA; RUSCHEL, 2017; ARAÚJO et al., 2011; TAN; ZAMAN; SUTRISNA,2018; CARBONARI et al., 2018; AHN; CHA, 2014; MOTAMEDI et al., 2014; THABET; LUCAS, 2017b; MOTAWA; ALMARSHAD, 2012; KANG; HONG, 2014; KASPRZAK; DUBLER, 2012; KENSEK, 2015) | 15 |
| Desenvolvimento de um sistema | (PARN; EDWARDS, 2017; GOLABCHI; AKULA; KAMAT, 2013; YANG; ERGAN, 2015; MCARTHUR et al., 2018; GOKC H. U.; GOKC K. U., 2014; RESENDE et al., 2016; KANG; HONG, 2014; MOTAWA; ALMARSHAD, 2012; SHALABI; TURKAN, 2016; SU; LEE; LIN, 2011; LIN et al., 2014) | 11 |
| Benefícios, barreiras, desafios e lacunas | (CARBONARI; JONES, 2014; KIVINIEMI; CODINHOTO, 2014; MATEJKA et al., 2016; ABDULLAH et al., 2013; PARN; EDWARDS; SING, 2017; SANTOS; CALMON, 2017; NAGHSHBANDI, 2016; PISHDAD-BOZORGI et al., 2018) | 8 |
| Status da implementação | (SHEN et al., 2016; ILTER; ERGEN, 2015; KASSEM et al., 2015; ABDULLAH et al., 2015; MOTA; RUSCHEL, 2016; PARSANEZHAD; DIMYADI, 2014; NGUYEN et al., 2017) | 7 |
| Análise de software | (PATACAS et al., 2015; LU et al., 2018; BRANDÃO et al., 2016; MOREIRA; RUSCHEL, 2015; GNANAREDNAM; JAYASENA, 2013; MACII; OSELLO, 2014; KENSEK, 2015) | 7 |

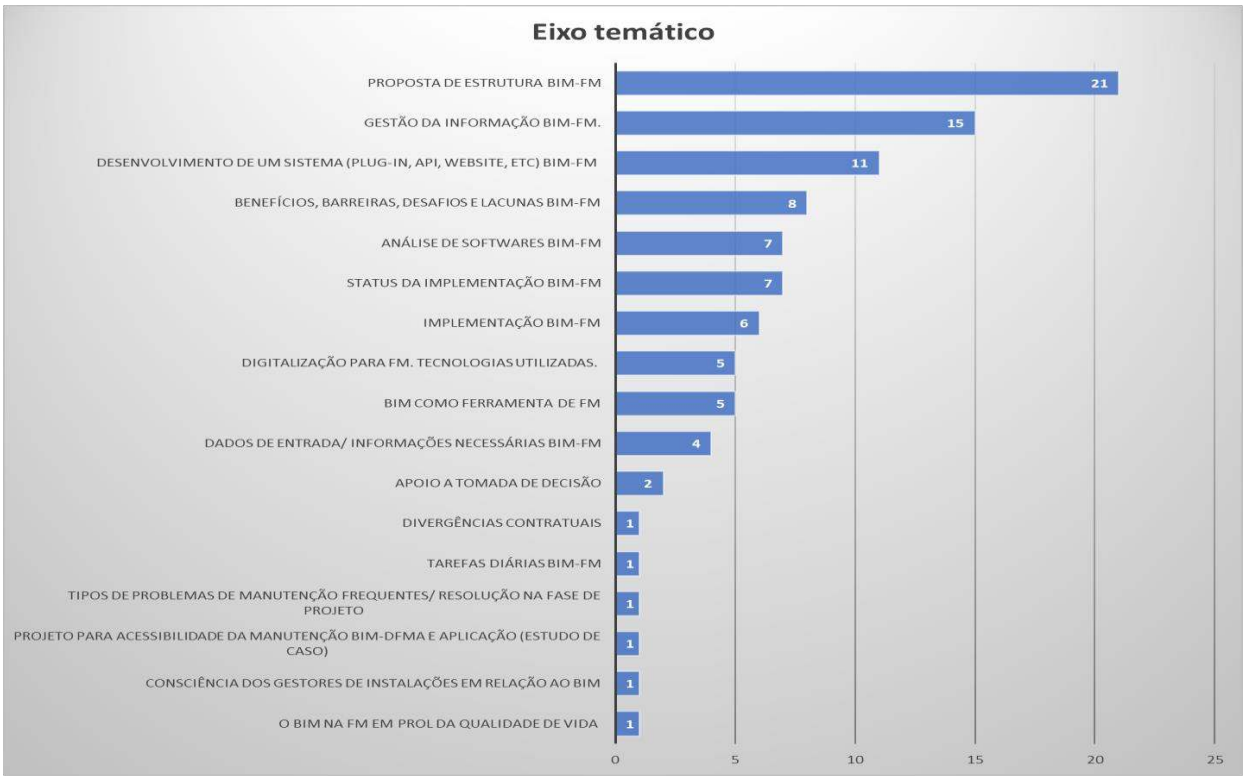
**Quadro 2** - Autores por eixo temático (conclusão)

| EIXO TEMÁTICO | AUTORES | QUANT. |
|---|---|---|
| Implementação | (ALVES et al., 2015; MIETTINEN et al., 2018; EDIRISINGHE et al., 2017; ARAÚJO et al., 2011; AZHAR et al., 2012; KELLY et al., 2013) | 6 |
| BIM como ferramenta de FM | (MOHANTA; DAS, 2016; ARAYICI; ONYENOBI; EGBU, 2012; NICAL; WODYNSKI, 2016; AKCAMETE et al., (2010); BECERIK-GERBER et al., 2011) | 5 |
| Digitalização FM | (WONG et al., 2018; PARN; EDWARDS; SING, 2017; AZIZ et al., 2016b; ARASZKIEWICZ, 2017; KORPELA; MIETTINEN, 2013) | 5 |
| Dados de entrada/Informações necessárias | (HOSSEINI et al., 2017; MAYO; ISSA, 2016; ASHWORTH et al., 2016; EAST et al., 2013) | 4 |
| Apoio a tomada de decisão | (CHENG et al., 2016, 2018) | 2 |
| BIM-FM na qualidade de vida | (AZIZ et al., 2016a) | 1 |
| Consciência dos gestores de instalações em relação ao BIM | (CARBONARI; JONES, 2014) | 1 |
| Acessibilidade da manutenção | (RUI; RAJA, 2014) | 1 |
| Problemas de manutenção/Resolução na fase de projeto | (LIU; ISSA, 2016) | 1 |
| Tarefas diárias | (KORPELA; MIETTINEN, 2013) | 1 |
| Divergências contratuais | (OLATUNJI; AKANMU, 2015) | 1 |

**Fonte:** Os autores.

Para a classificação dos artigos quanto ao eixo temático, foram utilizados os 81 artigos. Pode-se observar através da Figura 4 que 21 artigos tiveram como eixo temático a proposta de estrutura BIM-FM; 15 artigos a gestão da informação, 11 o desenvolvimento de um plug-in/software BIM-FM, 8 estudaram os benefícios, barreiras, desafios e/ou lacunas BIM-FM e 7 pesquisaram sobre o status da implementação, e 6 a implementação BIM-FM. Dentre os outros artigos (41%), os temas podem ser vistos na Figura 3.

**Figura 3** - Classificação dos artigos por eixo temático




**Fonte:** Os autores.

## 3.3 Classificação dos artigos de acordo com ferramentas utilizadas

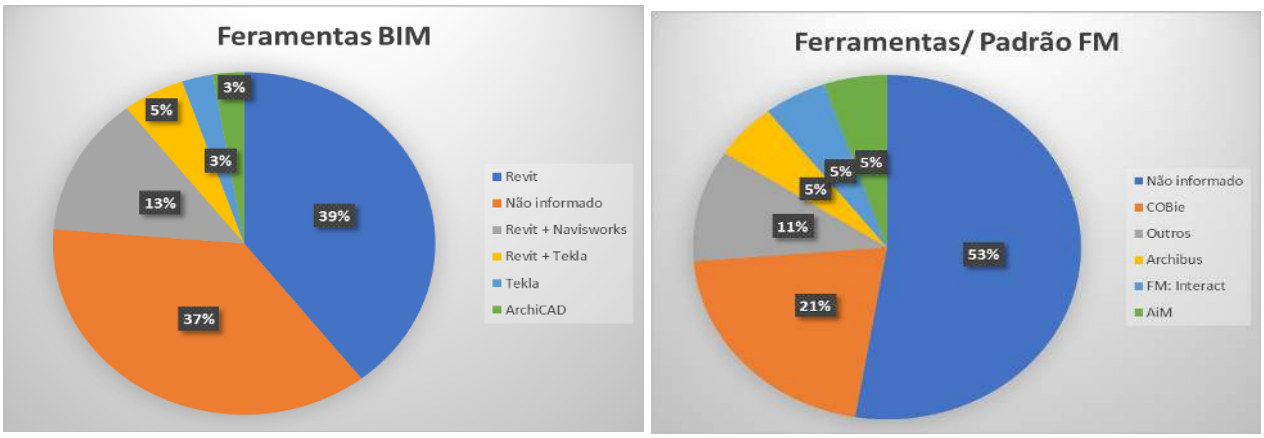
Para a classificação dos artigos quanto a ferramenta utilizada, foram selecionados apenas os estudos de caso, ou seja, 38 artigos (47%). Ver resultados na Figura 4.

Para o gerenciamento das instalações, 53% dos autores não informaram qual ferramenta foi utilizada. 21% utilizaram o COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*) que é um padrão de troca de informações para a captura e entrega das informações do ciclo de vida das edificações necessárias aos gerentes das instalações. O COBie pode ser visualizado em software de projeto, construção e manutenção, bem como em planilhas simples (EAST, 2012). Segundo Lin et al (2016), cada vez mais, é importante e necessário usar a tecnologia BIM integrada com o COBie para melhorar a troca de informações de seus CMMS (*Computerized Maintenance Management System*). Por isso, nesta pesquisa, o COBie foi inserido juntamente com as ferramentas FM, para comparação. 11% utilizaram outras ferramentas.

Foram utilizadas outras ferramentas que não são considerados de BIM-FM, mas que em algum momento da pesquisa foram utilizados para obter algumas informações. Ver a Tabela 2.

Segundo Naghshbandi (2016), existe uma compatibilidade limitada entre as tecnologias BIM e FM, que é mais problemática devido à considerável diferença entre o ciclo de vida das tecnologias BIM e as tecnologias FM. Talvez seja por isso que muitos pesquisadores ainda não conseguiram utilizar essas tecnologias efetivamente ainda.

**Figura 4** – Ferramentas/ padrão BIM e FM utilizadas




**Fonte:** Os autores.

## 4 DISCUSSÃO

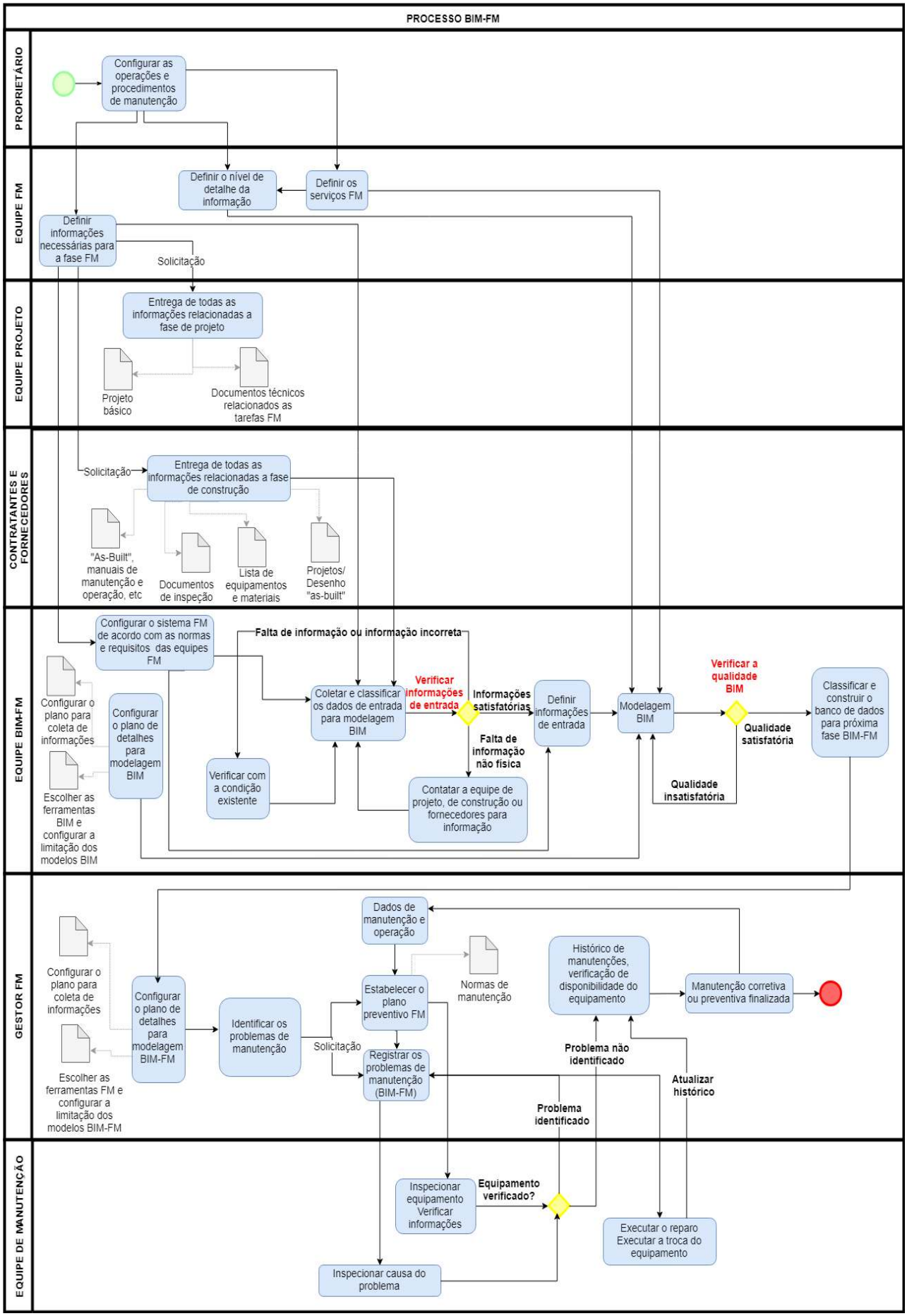
O objetivo deste artigo foi apresentar um breve estudo das publicações e pesquisas relacionadas ao tema "BIM aplicado ao FM" nos últimos anos (2010 a 2018), centralizando a análise nos eixos temáticos e ferramentas mais utilizadas em estudos de caso, como o objetivo de identificar as lacunas nos temas abordados e as tendências de utilização das ferramentas e/ou padrões BIM-FM

O país que mais publicou artigos BIM-FM neste período foram os Estados Unidos, seguido da Inglaterra, Canadá e Brasil. Percebe-se que apesar da forte necessidade de se implementar o BIM-FM, ainda há pouca pesquisa na área. Acredita-se que a ferramenta BIM mais utilizado foi o Revit devido a maior interoperabilidade e popularidade perante os outros softwares. Porém, percebe-se uma tendência na utilização do Open BIM. Assim os usuários não ficariam restritos a apenas um software. O COBie foi bastante utilizado nas pesquisas, porém, não se trata de uma ferramenta, mas, um padrão que está sendo amplamente utilizado na transferência de dados BIM para FM.

Os temas mais frequentes foram a proposta de uma estrutura BIM-FM e gestão da informação. As maiores dificuldades encontram-se em como implantar o BIM-FM nas empresas, onde deve-se juntar a maior quantidade de informações possíveis, como projetos "as-built", manuais, data de compra e instalação dos equipamentos e histórico de manutenções, para que se tenha uma boa aplicação BIM-FM.

Como colocado, um dos assuntos mais abordados na pesquisa realizada foi o de proposta de uma estrutura BIM-FM. Assim, como contribuição, com base na literatura vista e usando a notação BPMN (*Business Process Model and Notation),* é apresentada na Figura 5, uma estrutura proposta de modelagem BIM para FM. A estrutura abrange a contratação do serviço pelo proprietário, a modelagem BIM até a fase de *Facility Management* e será testada em pesquisas futuras para verificar a aplicabilidade. Em uma primeira pesquisa, já em andamento, a estrutura será ampliada para usar o modelo BIM como referência para um banco de dados BIM-FM de modo a gerenciar todos os dados do ciclo de vida do projeto/empreendimento.

**Figura 5** - Estrutura para modelagem BIM-FM




**Fonte:** Adaptado de Nguyen *et al.* (2017) e Ahn e Cha (2014).

Com esta pesquisa, pode-se concluir que embora a necessidade de FM em BIM tenha sido reconhecida por pesquisadores e profissionais, esses conceitos ainda não estão sendo efetivamente utilizados. Percebe-se uma lacuna no levantamento de custos em relação aos estudos BIM-FM. Os gerentes de instalações precisam de evidências concretas para divulgar o BIM aos proprietários. A falta de comprovação do BIM para economia de custos de FM é uma barreira à adoção dessa tecnologia (NAGHSHBANDI, 2016).

## REFERÊNCIAS


ABDULLAH, Saful Asmawi et al. Integration of Facilities Management (FM) Practices with Building Information Modeling (BIM). In: **FPTP Postgraduate Seminar** 2013.

ABDULLAH, Saful Asmawi et al. Building Information Modeling (BIM) from the perspective of Facilities Management (FM) in Malaysia. In: **International Real Estate Research Symposium**, n. April, p. Unpublished, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5674:** Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

AHN, Dooyong; CHA, Heesung. Integration of Building Maintenance Data in Application of Building Information Modeling (BIM). **Journal of Building Construction and Planning Research**, v. 02, n. 02, p. 166–172, 2014. http://dx.doi.org/10.4236/jbcpr.2014.22015

AKCAMETE, A.; AKINCI, B.; GARRETT, J. H. Potential utilization of building information models for planning maintenance activities. **In: International Conference on Computing in Civil and Building Engineering**, 2010.

ALVES, Ana et al. BIM-FM Na Manutenção do Parque de Habitação Social. In: **Safety, Health and Environment World Congress**, Porto, Portugal, p. 182–186, jul. 2015.

AMMARI, K. EL; HAMMAD, A. Collaborative BIM-Based Markerless Mixed Reality Framework for Facilities Maintenance. **Computing in Civil and Building Engineering**, p. 657–664, 2014. American Society of Civil Engineers (ASCE)

ARAYICI, Y.; ONYENOBI, T.; EGBU, C. Building Information Modelling (BIM) for facilities management (FM): The MediaCity case study approach. **International Journal of 3-D Information Modeling**, v. 1, n. 1, p. 55–73, 2012.

ARASZKIEWICZ, K. Digital Technologies in Facility Management - The state of Practice and Research Challenges. **Procedia Engineering**, v. 196, p. 1034–1042, 2017.

ARAÚJO, T. T. de; HIPPERT, M. A. S.; ABDALLA, J. G. F. Diretrizes para elaboração de Projetos de Manutenção usando a tecnologia BIM. In: **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**, p. 749–758, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2011.

ASHWORTH, S. The Role of FM in Preparing a BIM Strategy and Employer's Information Requirements (EIR) to Align with Client Asset Management Strategy. In: **EuroFM Research Symposium**, August, 2016.

ASHWORTH, S.; TUCKER, M., **FM Awareness of Building Information Modelling (BIM),** Liverpool John Moores University, agosto 2017.

AZIZ, N. D.; NAWAWI, A. H.; ARIFF, N. R. M. Building Information Modelling (BIM) in Facilities Management: Opportunities to be Considered by Facility Managers. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 234, p. 353–362, 2016a.

AZIZ, N. D.; NAWAWI, A. H.; ARIFF, N. R. M. ICT Evolution in Facilities Management (FM): Building Information Modelling (BIM) as the Latest Technology. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 234, p. 363–371, 2016b.

BARBOSA, P. B.; PUSCH, J. Da intenção de projeto ao uso do edifício: a busca da excelência profissional. **Programa de Excelência em Projetos CREA-PR**. Curitiba, 2011.

BECERIK-GERBER, B. et al. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 3, p. 431–442, 2012.

BRANDÃO, F. P.; MACHADO, F. A.; TELES, R. P. Análise comparativa do processo de extração do padrão COBie entre ferramentas BIM de projeto. In: **Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics**, p. 489–496, 2016, Buenos Aires.

CARBONARI, G.; JONES, K. Sustainable Facilities Management through Building Information Modelling. **In: EuroFM Research Symposium,** p. 214-223, 2014

CARBONARI, G.; STRAVORAVDIS, S.; GAUSDEN, C. Improving FM task efficiency through BIM: a proposal for BIM implementation. **Journal of Corporate Real Estate**, v. 20, n. 1, p. 4–15, 2018.

CHENG, J. C. P. et al. BIM-based framework for automatic scheduling of Facility Maintenance work orders. **Automation in Construction**, v. 91, p. 15–30, 2018.

EDIRISINGHE, R. et al. Building Information Modelling for Facility Management: Are we there yet? **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 24, n. 6, p. 1119–1154, 2017.

EAST, E. W.; NISBET, N.; LIEBICH, T. Facility Management Handover Model View. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 27, n. 1, p. 61–67, 2013.

GLEASON, D. Getting to a Facility Management BIM. **Trimble Buildings**, p. 1–9, 2013.

GNANAREDNAM, M.; JAYASENA, H. S. Ability of BIM to Satisfy CAFM Information Requirements. In: **The second World Construction Symposium 2013: Socio-Economic Sustainability in Construction**, 14-15 June 2013, Colombo, Sri Lanka, v. 5, 2013.

GOLABCHI, A.; AKULA, M.; KAMAT, V. R. Leveraging BIM for automated fault detection in Operational Buildings. In: **International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining, and 23rd World Mining Congress,** v. 48109, p. 187–197, 2013

HOSSEINI, M. R. et al. Integrating BIM into Facility Management: Typology Matrix of Information Handover Requirements**. International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 36, n. 1, p. 2–14, 2017.

HU, Z. Z. et al. Construction and Facility Management of large MEP projects using a multi-Scale Building Information Model. **Advances in Engineering Software**, v. 100, p. 215–230, 2016.

HU, Z. Z. et al. BIM-based integrated delivery technologies for intelligent MEP management in the operation and maintenance phase. **Advances in Engineering Software**, v. 115, p. 1–16, 2018.

IBRAHIM, K. F. et al. BIM for FM: Input versus Output data. In: **Conseil International du Bâtiment**, Brisbane, Australia, 2016.

ILTER, D.; ERGEN, E. BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions. **Structural Survey**, v. 33, n. 3, p. 228–256, 2015.

KANG, T. W.; CHOI, H. S. BIM perspective definition metadata for interworking Facility Management data. **Advanced Engineering Informatics**, v. 29, n. 4, p. 958–970, 2015.

KANG, T. W.; HONG, C. H. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based Facility Management data integration. **Automation in Construction**, v. 54, p. 25–38, 2014.

KASPRZAK, C.; DUBLER, C. Aligning BIM with FM: Streamlining the process for future projects. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, v. 12, n. 4, p. 68–77, 2012.

KASSEM, M. et al. BIM in Facilities Management applications: A Case Study of a Large University Complex. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, n. 3, p. 261–277, 2015.

KELLY, G. et al. BIM for Facility Management: a Review and a Case Study Investigating the Value and Challenges. In: **International Conference Applications of Virtual Reality**, p. 30–31, 2013.

KENSEK, K. BIM Guidelines Inform Facilities Management Databases: A Case Study over Time. **Buildings**, v. 5, n. 3, p. 899–916, 2015.

KITCHENHAM, B. et al. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. **Evidence-Based Software Engineering,** Durham, UK, 9 July, 2007.

KIVINIEMI, A.; CODINHOTO, R. Challenges in the Implementation of BIM for FM—Case Manchester Town Hall Complex. **Computing in Civil and Building Engineering**, p. 665–672, 2014.

KORPELA, J.; MIETTINEN, R. BIM in Facility Management and maintenance: The case of Kaisa Library of Helsinki University. In: **Association of Researches in Construction Management**, p. 47–56, 2013.

LEE, S.; AKIN, O. Augmented Reality-Based Computational Fieldwork Support for Equipment Operations and Maintenance, **Automation in Construction**, V. 20, n. 4, p. 338-352, 2011.

LIN, Y. -C. et al. Development of BIM Execution Plan for BIM Model Management during the Pre-Operation Phase: A Case Study. **Buildings**, v. 6, n. 1, p. 8, 2016.

LIN, Y.; SU, Y.; CHEN, Y. Developing Mobile BIM / 2D Barcode-Based Automated Facility Management System. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1–16, 2014.

LIU, R.; ISSA, R. R. A. Survey: Common Knowledge in BIM for Facility Maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 30, n. 3, 2016.

LU, Q. et al. Activity theory-based analysis of BIM implementation in Building O&M and first response. **Automation in Construction**, v. 85, p. 317–332, 2018.

MACII, E.; OSELLO, A. Smart Energy Efficiency Control in Existing Buildings by a BIM Interoperable Process. **Europia**, p. 217–229, 2014.

MATEJKA, P. et al. The Integration of BIM in Later Project Life Cycle Phases in Unprepared Environment from FM Perspective. **Procedia Engineering**, v. 164, p. 550–557, 2016.

MAYO, G.; ISSA, R. R. A. Nongeometric Building Information Needs Assessment for Facilities Management. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 3, 2016.

MAYO, G. et al. The BIM Body of Knowledge (BOK): A Delphi Study. [s. l.] October, 2017.

MCARTHUR, J. J. A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability. **Procedia Engineering**, v. 118, p. 1104–1111, 2015.

MCARTHUR, J. J. et al. Machine learning and BIM visualization for maintenance issue classification and enhanced data collection. **Advanced Engineering Informatics**, 2018.

MIETTINEN, R. et al. Bridging the life cycle: a case study on Facility Management infrastructures and uses of BIM. **Journal of Facilities Management**, v. 16, n. 1, p. 2–16, 2018.

MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of Building Information Modeling, **Automation in Construction**, 2014.

MOHANTA, A.; DAS, S. BIM as Facilities Management Tool: a Brief Review. In: **International Conference on Sustainable Built Environment**, Kandy, Sri Lanka, p. 1–7, 2016.

MOREIRA, L. C. de S.; RUSCHEL, R. C. Impacto da adoção de BIM em Facility Management: uma classificação. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 6, n. 4, p. 277–290, 2015.

MOTA, Paula; RUSCHEL, Regina. Identificação do conhecimento acadêmico de BIM integrado ao gerenciamento de facilities. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

MOTA, Paula; RUSCHEL, Regina. Caracterização de Modelos BIM com Foco em Gestão De Ativos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO + SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, p. 159–169, 2017, Fortaleza. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2017.

MOTAMEDI, Ali.; HAMMAD, Amin; ASEN, Yoosef. Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in Facilities Management. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 43, p. 73–83, 29 mar. 2014. Elsevier. http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.012

MOTAWA, I.; ALMARSHAD, A. A knowledge-based BIM system for Building Maintenance. **Automation in Construction**, v. 29, p. 173–182, 2012.

NAGHSHBANDI, S. N. BIM for Facility Management: Challenges and Research Gaps. **Civil Engineering Journal-Tehran**, v. 2, n. 12, p. 679–684, 2016.

NGUYEN, P. T. *et al.* Facilities Management in high rise buildings using Building Information Modeling. **International Journal of Advanced and Applied Sciences**, v. 4, n. 2, p. 1–9, 2017.

NICAL, A. K.; WODYŃSKI, W. Enhancing Facility Management through BIM 6D. **Procedia Engineering**, v. 164, p. 299–306, 2016.

OLATUNJI, O. A.; AKANMU, A. BIM-FM and consequential loss: How consequential can design models be? **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, n. 3, p. 304–317, 2015.

PARN, E. A.; EDWARDS, D. J. Conceptualising the FinDD API plug-in: A study of BIM-FM integration. **Automation in Construction**, p. 11–21, 2017.

PARN, E. A.; EDWARDS, D. J.; SING, M. C. P. The Building Information Modelling trajectory in Facilities Management: A review. **Automation in Construction**, v. 75, p. 45–55, 2017.

PARSANEZHAD, P.; DIMYADI, J. Effective Facility Management and Operations via a BIM-Based Integrated Information System. In: **Conseil International du Bâtiment**, p. 1–12, 2014.

PATACAS, J. et al. BIM for Facilities Management: Evaluating BIM standards in asset register creation and service life planning. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 20, p. 313–331, 2015.

PISHDAD-BOZORGI, P. et al. Planning and developing Facility Management-enabled Building Information Model (FM-enabled BIM). **Automation in Construction**, v. 87, p. 22–38, 2018.

RESENDE, R. et al. Plataforma Web-BIM para Gestão de Instalações de um Campus. In: **Congresso Português de Building Information Modelling,** p**.** 501-512, 2016.

SANTOS, K.; CALMON, J. L. Gestão da manutenção de elementos construtivos com auxílio da plataforma BIM. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO + SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, p. 170–177, 2017.

SHALABI, F.; TURKAN, Y. IFC BIM-Based Facility Management Approach to Optimize Data Collection for Corrective Maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 31, n. 1, 2017.

SHEN, L.; EDIRISINGHE, R.; GOH, Y. M. An Investigation of BIM Readiness of Owners and Facility Managers in Singapore: Institutional Case Study. [s. l.], p. 259–270, 2016.

SU, Y. C.; LEE, Y. C.; LIN, Y. C. Enhancing Maintenance Management Using Building Information Modeling in Facilities Management. [s. l.] p. 752–757, 2011.

TAN, A. Z. T.; ZAMAN, A.; SUTRISNA, M. Enabling an Effective Knowledge and Information Flow Between the Phases of building construction and Facilities Management. **Facilities**, v. 36, n. 3–4, p. 151–170, 2018.

THABET, W.; LUCAS, J. D. A 6-Step Systematic Process for Model-Based Facility Data Delivery. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 22, p. 104–131, 2017a.

THABET, W.; LUCAS, J. D. Asset Data Handover for a Large Educational Institution: Case-Study Approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, n. 11, 2017b.

TUCKER, M.; MASURI, M. R. A. The development of Facilities Management-Development Process (FM-DP) integration framework. **Journal of Building Engineering**, v. 18, n. April, p. 377–385, 2018.

WANG, Y. et al. Engagement of Facilities Management in design stage through BIM: Framework and a case study. **Advances in Civil Engineering**, v. 2013, n. 30836, 2013.

WETZEL, E. M.; THABET, W. Y. The use of a BIM-based framework to support safe Facility Management processes. **Automation in Construction**, v. 60, p. 12–24, 2015.

WONG, J. K. W.; GE, J.; HE, S. X. Digitisation in Facilities Management: A literature review and future research directions. **Automation in Construction**, v. 92, p. 312–326, 2018.

YANG, X.; ERGAN, S. BIM for FM: Information Requirements to Support HVAC-Related Corrective Maintenance. **Journal of Architectural Engineering**, v. 23, n. 4, 2017.

ZADEH, P. A.; WANG, G.; CAVKA, H. B.; STAUB-FRENCH, S.; POTTINGER, R. Information Quality Assessment for Facility Management. **Advanced Engineering Informatics**, v. 33, p. 181–205, 2017.