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

[1]Revisão sistemática da literatura sobre o uso da metodologia BIM para operação e manutenção

Literature Systematic review on the use of BIM methodology for operation and maintenance

João Vitor dos Reis
Universidade Federal de Uberlândia (UFU) | Uberlândia, MG | joao.vitorreis@ufu.br

Sarah Gonçalves Diniz
Universidade Federal de Uberlândia (UFU) | Uberlândia, MG | sarah.diniz@ufu.br

Ana Carolina Fernandes Maciel
Universidade Federal de Uberlândia (UFU) | Uberlândia, MG | anamaciel@ufu.br

RESUMO

A operação e manutenção de uma edificação é afetada diretamente pelo nível de informações disponíveis. A metodologia BIM Operação e Manutenção (BIM O&M) estuda os benefícios e potencialidades que podem ser obtidos a partir do modelo digital de uma edificação com informações e propriedades condizentes com a realidade. A modelagem em BIM de uma edificação existente permite, de forma mais acessível, a gestão de suas informações, e elucida aquelas que podem ter sido perdidas durante sua vida útil. Nesse sentido a gestão de edificações públicas é um desafio pois demanda inúmeras informações de diferentes padrões, registrados de diferentes formas, devido a suas grandes dimensões e variadas usabilidades. Este estudo teve como objetivo uma revisão sistemática da literatura sobre o tema, a fim de proporcionar um panorama geral da área e suas diferentes perspectivas, descobrir lacunas e tendências de pesquisa. Com esse estudo foi possível perceber alguns gargalos na literatura, principalmente na falta de exemplos do BIM O&M em funcionamento e também da falta de estudos, de forma geral, no Brasil.

Palavras-chave: BIM O&M; Operação e Manutenção; Edificações Públicas.

ABSTRACT

The operation and maintenance of a building is directly affected by the level of information available. The BIM O&M (operation and maintenance) methodology studies the benefits and potential that can be obtained from the digital model of a building with reliable information and properties compatible to reality. The BIM modeling of an existing building allows, in a more accessible way, the management of its information, and elucidates those that may have been lost during its useful life. In this sense, the management of public buildings is a challenge because it demands a lot of information of different standards, recorded in different ways, due to their large dimensions and varied usability. This study aimed at a Literature Systematic Review on the subject, to provide an overview of the area and its different perspectives, discover gaps and research trends. With this study, it was possible to notice some gaps in the literature, mainly in the lack of examples of BIM O&M in operation and lack of studies, in general, in Brazil.

Keywords: *BIM O&M; Operation and Maintenance; Public Buildings.*

1 INTRODUÇÃO

A modelagem BIM é um ativo de informação recíproco para as informações de uma edificação, enquadrando-se como uma fonte confiável na tomada de decisão durante sua vida útil; desde a concepção até seu destino final (AKINRADEWO et al., 2022). A implementação do BIM pode impactar todos os processos em uma organização, envolvendo todos os profissionais responsáveis por uma edificação, e por isso não pode ser visto somente com uma ferramenta ou software (EADIE et al., 2013a). O BIM O&M é a dimensão que estuda suas funcionalidades para operação e manutenção das edificações trazendo grandes contribuições para facilitar a coleta e comunicação de informações entre modelo digital, banco de dados e o real, sendo a direção futura da implementação do BIM (WANG; LIU, 2020).

A fase de operação e manutenção é a mais duradoura em uma edificação e é responsável pela manutenção da integridade da estrutura e sistemas que a comportam, representando cerca de 85% do custo total da edificação (LU et al., 2018). A abordagem convencional de operação e manutenção feita manualmente ou com auxílio de software de gestão está sujeita a erros, perda de tempo e de dados importantes (DEMIAN;

[1]REIS, J.V., DINIZ, S.G., MACIEL, A.C.F. Revisão sistemática da literatura sobre o uso da metodologia BIM para operação e manutenção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023.

WALTERS, 2014). A quantidade e organização das informações de uma edificação são essenciais para O&M e o uso de uma modelagem BIM gera benefícios significativos possibilitando registros de dados de toda a vida da edificação garantindo economia e melhoria de gestão (PINTI; CODINHOTO; BONELLI, 2022). No entanto, para Rogage (2020), há uma desconexão entre as fases de projeto e as subsequentes de construção e operação, principalmente na troca de informações, que geralmente, encontram-se deficientes e não estruturadas.

Nesse contexto, a complexidade de gestão de uma edificação pública, que envolvem inúmeras salas e departamentos, controle de funcionários e público atendido, além de inúmeras usabilidades dentro de um mesmo espaço, torna o uso do BIM indispensável, ao mesmo tempo que evidencia as dificuldades de se levantar dados de edificações dessas dimensões (VOLK; STENGEL; SCHULTMANN, 2014).

Com o intuito de investigar as áreas de conhecimento acerca do BIM O&M e suas aplicações, este estudo propõe a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Os conhecimentos a partir de uma determinada temática ocorre por meio das pesquisas feitas pela comunidade cientifica possibilitando acesso a informações variadas por diferentes perspectivas e metodologias. Assim, um estudo desse tipo possibilita uma visão geral do escopo da área estudada e permite descobrir lacunas e tendências de pesquisa (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015).

2 METODOLOGIA

Esse artigo foi baseado a partir da metodologia para mapeamento sistemático da literatura (MSL) de Falbo (2018). Por meio de busca em bancos de dados científicos fez-se a captura de artigos científicos resultantes da pesquisa de palavres chaves junto a filtros de seleção. Sequencialmente foram retiradas as pesquisas em duplicidade e aquelas que não pertenciam ao tema proposto. Após o MSL, os artigos selecionados foram lidos na íntegra e foram realizadas análises a despeitos desses (RSL). A metodologia é explicada nos tópicos seguintes.

2.1 Definição das palavras chaves de busca

As palavras chaves escolhidas para este estudo são apresentadas no Quadro 1.O termo BIM é essencial para busca pois é o principal elemento de estudo desta pesquisa, e trabalhos que não tratam do uso de BIM não foram considerados relevantes. Foram escolhidos os termos operação e manutenção (O&M) e gerenciamento de instalações (FM), e não o termo 7D, para direcionar as buscar em estudos sobre manutenção, uma vez que o termo 7D é muito citado em artigos sobre assuntos gerais do BIM, além de haver divergências sobre qual seria cada dimensão. Edificações públicas são caracterizadas, em geral, pelas grandes áreas construídas e presença de público, e devido a complexidades dessas, foram escolhidas como tema da pesquisa.

Quadro 1: Palavras-chaves

PALAVRAS-CHAVES EM PORTUGUÊS	PALAVRAS CHAVES EM INGLÊS
BIM	BIM
Operação e Manutenção Manutenção de edificações	Operations & Maintenance Building maintenance
Gerenciamento de Instalações	Facilities Management
Edifícios Públicos	Public Buildings

Fonte: Autores

2.2 Bases de dados

Bases de dados são plataformas que abrigam as publicações científicas, e, ao inserir as palavras chaves nos campos de buscas retornam com artigos e textos científicos relacionados ao tema. Foram utilizadas as bases de *dados Scopus, Web of Science* e *Science Direct*, pela notoriedade, qualidade e quantidade de publicações nelas hospedadas.

O acesso as plataformas ocorreram por intermédio do portal Periódicos CAPES, que direciona para essas e, pelo qual, é concedida, através da matrícula universitária, o acesso para uso das plataformas. As pesquisas foram realizadas diretamente nas plataformas mencionadas visando seguridade da fonte de busca, uma vez que a busca geral disponível no portal CAPES busca estudos em diversas plataformas sem opção de filtro de base de dados.

2.3 *Strings* de busca

Strings de busca são associações realizadas com as palavras chaves a fim de direcionar as buscas para encontrar publicações que abordem os temas do estudo. A associação foi realizada através de operadores Booleanos que determinaram a relação das palavras. O operador AND foi utilizado para os termos que devem aparecer, sem exceção, ao decorrer de um mesmo texto, ou seja, os termos fundamentais da pesquisa. Já o operador OR foi utilizado para agregar os termos sinônimos possibilitando a busca de um número maior de estudos. Os conjuntos de palavras e *strings* de busca estão dispostos no Quadro 2.

Quadro 2: Palavras-chaves

***STRING* EM PORTUGUÊS**	***STRING* EM INGLÊS**
BIM AND Operação e Manutenção OR Manutenção de Edificações	BIM AND Operations & Maintenance
BIM AND Edifícios Públicos AND Operação e Manutenção OR Manutenção de Edificações	BIM AND Public Buildings AND Operations & Maintenance
BIM AND Edifícios Públicos AND Gerenciamento de Instalações	BIM AND Public Buildings AND Facilities Management

Fonte: Autores

2.4 Filtros da pesquisa

Para cada pesquisa realizada em de cada base de dados foram aplicados filtros de refinamento de busca:

- Ano de publicação: foi limitado o período dos últimos 10 anos (2012 – atualidade) visando selecionar as discussões acadêmicas mais recentes e evitando o uso de entendimentos que possam ter sido substituídos;
- Área: foram filtradas pesquisas da área de engenharia e arquitetura, uma vez que esse estudo faz parte exclusivamente dessa área;
- Tipo de documento: foram selecionados somente artigos acadêmicos, deixando de fora teses, artigos de revisão da literatura e outros tipos de documentos da base de dados;
- Linguagem: foi aplicado o filtro para as línguas inglesa e portuguesa, respectivamente a língua com maior número de publicações e a língua vernácula dos autores.

2.5 Seleção dos artigos

A partir da pesquisa das palavras chaves nas bases de dados e da aplicação dos filtros foram encontrados 613 artigos. Na sequência, uma vez que a busca foi realizada em mais de uma base, houve a identificação e eliminação dos arquivos em duplicidade, restando 426 artigos. Após a leitura dos títulos removeu-se os artigos que não abordavam o tema da pesquisa, resultando em 129 artigos. Desses, após a leitura dos resumos, ficaram 96 estudos, seguidamente da leitura completa para seleção de estudos somente dentro da temática, finalizando em 62 artigos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da leitura dos artigos foram levantados temas recorrentes entre as discussões abordadas. Nos próximos itens são apresentadas as sínteses mais relevantes para compreensão das temáticas abordadas e os direcionamentos de pesquisas mais encontrados, como, método de pesquisa, assuntos predominantes em cada artigo, desafios encontrados para implementação do BIM O&M, locais de publicação, e os tipos de edificações estudados.

3.1 Métodos de Pesquisa

Há diferentes métodos para abordagem de uma pesquisa, e neste MSL foram predominantes quatro métodos relacionados na Tabela 1 com a frequência em porcentagem e respectivos autores.

Tabela 1: Métodos de Pesquisa

%	MÉTODO DE PESQUISA	AUTORES
19%	Análises e trabalhos com dados	Rogage (2020); Heaton (2019); Rad (2021); Patacas (2020); Kang (2018); Yoon (2019); Pishdad-Bozorgi (2018); El Ammari (2019); Harode (2022); Carreira (2018); Falorca (2019); Um (2023)
13%	Entrevistas com profissionais da engenharia, arquitetura e construção	Khalek (2019); Matarneh (2020); Akinradewo (2022); Giel (2016); Wijekoon (2020); Eskandari (2021); Patacas (2016); Halmetoja (2019)
45%	Estudos de caso	Zhao (2022); Tsay (2022); Pavón (2020); Handayaniputri (2019); Yang (2021); García-Granja (2022); Hu (2018); Condotta (2023); Chen (2019); Marmo (2020); Bazán (2021); Kensek (2015); Ma (2020); Gurevich (2017); Hull (2020); Fialho (2022); Jung (2014); Moreno (2022); Kula (2021); Yusoff (2021); Bhonde (2022); Villa (2021); Halmetoja (2022); Burak Cavka (2018); Alvanchi (2020); Brumana (2018); Motamedi (2014); Klein (2012)
23%	Estudos teóricos	Bosch (2015); Leygonie (2022); Ma (2020); Lin (2016); Wang (2021); Eadie (2013); Guillen (2016); Asare (2021); Motawa (2015); Cavka (2017); Rafsanjani (2021); Abdirad (2020); Badenko (2021); Re Cecconi (2017)

Fonte: Autores

A metodologia mais utilizada foi a de estudo de caso, relatando a implantação do BIM em algumas edificações, possibilitando melhor compreensão dos desafios e pontos a serem melhorados para a operação e manutenção e ainda, conseguirem exemplificar o que foi estudado. Outra metodologia muito utilizada foi a de pesquisas teóricas em relação aos maiores desafios encontrados pelos estudos de caso: gerenciamento de dados e interação com os profissionais ativos de O&M.

Desse modo, percebe-se maior interesse em pesquisas relacionadas a implementação do BIM O&M, buscando entender as maiores problemáticas para melhorias efetivas no processo de implementação, a fim de incentivar a implementação na engenharia civil. Além disso, interpreta-se que a trabalhabilidade dos dados é um dos pontos mais desafiadores em relação a O&M, uma vez que é um dos métodos mais estudados.

3.2 Temática Predominante

Na Tabela 2 são compilados os temas abordados nos 62 artigos, evidenciando a quantidade de artigos em cada um. Houve casos de artigos que abordaram mais de uma temática.

Tabela 2: Temáticas predominantes

QUANT.	TEMÁTICA	AUTORES
11	Benefícios e Desafios BIM-OM	Zhao (2022); Tsay (2022); Bosch (2015); Eadie (2013); Asare (2021); Gurevich (2017); Rafsanjani (2021); Kula (2021); Badenko (2021); Halmetoja (2019); Alvanchi (2020)
4	Fotometria e Escaneamento	Pavón (2020); Jung (2014); Moreno (2022); Klein (2012)
3	HBIM	Hull (2020); Yusoff (2021); Brumana (2018)
9	Interoperabilidade e Integração BIM-CMMS	Rogage (2020); Heaton (2019); Leygonie (2022); Condotta (2023); Marmo (2020); Guillen (2016); Pishdad-Bozorgi (2018); Wijekoon (2020); Burak Cavka (2018)
17	Metodologias para Implantação do BIM-FM	Heaton (2019); Pavón (2020); Patacas (2020); Matarneh (2020); Lin (2016); Wang (2021); Kensek (2015); Motawa (2015); Cavka (2017); Akinradewo (2021); Giel (2016); Abdirad (2020); Yoon (2019); Halmetoja (2022); Eskandari (2021); Patacas (2016); Re Cecconi (2017)
7	Operação e Manutenção	Pavón (2020); Handayaniputri (2019); Yang (2021); García-Granja (2022); Bazán (2021); Fialho (2022); Motamedi (2014)
5	Realidade Aumentada e Realidade Virtual	Pavón (2020); Handayaniputri (2019); Yang (2021); García-Granja (2022); Bazán (2021); Fialho (2022); Motamedi (2014)
8	Sistemas e Programação para Manutenção	Hu (2018); Rad (2021); Patacas (2020); Chen (2019); Ma (2020); Ma (2020); Yoon (2019); Falorca (2019)
3	Tecnologias Associadas ao BIM O&M	Kang (2018); Villa (2021); Harode (2022)

Fonte: Autores

A operação e manutenção de edificações já é uma atividade consolidada e a incorporação das modelagens BIM tem alto poder de agregação a essas. Os benefícios conseguidos através dessa integração ainda encontram desafios a serem superados. Tsay (2022) enfatiza que o uso do BIM e O&M não depende somente de tecnologias, já presentes no dia a dia da construção civil, mas fundamentalmente de processos e organizações do trabalho. Assim, há autores que propõe metodologias para o fluxo de trabalho, e, também, incorporação de outras metodologias, como a gestão do conhecimento (*Knowledge Management*) para que o BIM O&M funcione efetivamente.

Foram encontrados estudos sobre a Operação e Manutenção em (YANG et al., 2021), (GARCÍA-GRANJA et al., 2022b) e alguns voltados para edificações específicas com o conceito HBIM que trata de O&M em edificações históricas (BAZÁN et al., 2021b), (HULL; EWART, 2020b), (YUSOFF; BRAHIM, 2021b). O emprego de tecnologias se faz presente com o uso da Realidade Aumentada e Realidade Virtual (BHONDE; ZADEH; STAUB-FRENCH, 2022b), (KHALEK; CHALHOUB; AYER, 2019b) como ferramenta de auxílio de visualização do projeto e da Fotometria e Escaneamento a laser para modelagem de edificações existentes (JUNG et al., 2014b), (MORENO et al., 2022b), (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012b). Ainda, há estudos que apresentam a Operação e Manutenção em tempo real com a presença de sensores de registro e monitoramento (HARODE; ENSAFI; THABET, 2022b; KANG; LIN; ZHANG, 2018b; VILLA et al., 2021b).

Muitos estudos de caso foram encontrados, porém, a temática em maior número foi sobre a implantação do BIM O&M em diferentes meios: edificações históricas, edificações públicas, empresas, etc. a fim de entender quais são as maiores problemáticas que impedem a difusão da metodologia. A falta de informações, de padronizações e a incompatibilidade entre softwares foi um tema apresentado em relevância e em face disso encontrou-se artigos sobre criação de programações e metodologias na tentativa de resolver esses desafios. Poucas pesquisas sobre a operação e manutenção na prática, o que explica o obstáculo a ser superado na falta de exemplos práticos para estudos de validação do sistema; causando falta de confiança e investimento do mercado de trabalho em relação ao BIM O&M. Ainda, há falta de publicações para o período pós-implantação do BIM O&M.

3.3 Desafios para Implantação do BIM O&M

Grande parte dos artigos citam os desafios a serem superados para a obtenção do BIM O&M desejável, sendo os principais:

- Interoperabilidade – A gestão da operação e manutenção realizada através de sistemas de gerenciamento de manutenção computadorizados CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) onde há a necessidade de integrar as informações BIM a essas plataformas. Nesse processo ocorrem muitas falhas e perdas de informações, assim, foram encontrados artigos dedicados a solucionar esses desafios de interoperabilidade. Heaton (2019) propõe o uso de softwares intermediários para organização das informações. Hu (2018) e Chen (2019) criaram programações para que a interoperabilidade ocorra de forma mais automatizada.

- Gestão da Informação – Leygonie (2022) cita a necessidade de ter a quantidade de informações exata para gestão dos ativos de manutenção. Dificilmente um modelo BIM, após modelagem, estará válido pra transferência de dados. Eadie (2013) e Yang (2021) trazem o padrão de transferência COBie (*Constructions operations building information Exchange*) que especifica os arquivos necessários a serem entregues para operação e manutenção de uma dada edificação.

- Interação entre profissionais – Os projetos em BIM ainda se encontram bastante voltados para área de design e construção, e a equipe de manutenção só é definida após a conclusão da obra. Khalek (2022) ressalta a importância de interação dos profissionais de O&M com os projetistas para que encontrem um entendimento das informações necessárias em um modelo BIM para construção de um banco de dados consistente para gestão de O&M.

- Falta de exemplos de sucesso – A área de pesquisa em BIM O&M é recente e ainda há muitos campos de abordagem. O entendimento do potencial do BIM para operação e manutenção vem da sua capacidade de registros de informações, não necessariamente de exemplos práticos. Os principais estudos encontram-se em exemplos virtuais ou ainda na fase de processamento de dados. Poucos exemplos de BIM O&M na prática faz com que os proprietários e gestores de edificações

não visualizem necessidade e a potencialidade do BIM na operação e manutenção (GUREVICH; SACKS; SHRESTHA, 2017b).

3.4 Local dos Estudos

Os locais dos estudos apontam como a adoção do BIM O&M está sendo estabelecida. Há citação do local de estudo em 48 artigos relacionados na Tabela 3.

Tabela 3: Local dos estudos

PAÍSES	QUANTIDADE
Reino Unido	10
USA	7
Canadá	5
Itália	4
China	3
Espanha	3
Irã	3
Coreia do Sul	2
Taiwan	2
África do Sul	1
Antártica	1
Brasil	1
Holanda	1
Indonésia	1
Malásia	1
Portugal	1

Fonte: Autores

Os locais de estudos refletem o investimento e evolução dos países em relação a tecnologias voltadas para a construção civil, em especial o BIM para O&M. Destaca-se que, apesar do incentivo do governo brasileiro com a Estratégia BIM BR, de 2018, somente um artigo foi encontrado no país, um estudo de caso na Universidade de São Paulo; assim percebe-se a falta de incentivo em implementação e pesquisas da área. Em muitos estudos do Reino Unido é citado o incentivo governamental *Digital Built Britain,* e a partir disso, pressupõe-se que esse tem relação com a quantidade de trabalhos desenvolvidos, por ser o local com maior número de pesquisas. Percebe-se a importância de estímulos por parte dos órgãos nacionais para pesquisas e implantação da metodologia, a fim de entender a realidade do país em relação ao tema, especialmente no Brasil. Também em destaque, Estados Unidos e Canadá com estudos de casos e artigos teóricos.

3.5 Tipo das Edificações

Os 28 estudos de casos encontrados nesse MSL indicaram o tipo de edificação estudada. Apesar da busca direcionada a edificações públicas aparecem outros tipos de edificações nas pesquisas, sempre de uso coletivo. Na Tabela 4 é apresentada a quantidade de cada tipo de edificação.

Tabela 4: Tipos das edificações citadas nos artigos

TIPO DA EDIFICAÇÃO	QUANTIDADE
Universitária	14
Hospitalar	5
Edificações Históricas	4
Edificações Governamentais	2
Empresarial	2
Aeroporto	1
Escolar	1
Fabril	1
Residencial Multifamiliar	1

Fonte: Autores

O tipo de edificação mais estudada foram as edificações universitárias, o que se conjectura em razão de serem os locais de trabalho e estudo dos autores, e consequentemente de acesso facilitado. Além de ser um ambiente que está atualizado em relação a inovações da área de estudo e onde ocorrem maiores incentivos a pesquisas, por meio da comunidade acadêmica. Desse modo, entende-se que o local principal para estímulo a implantação e estudo do BIM O&M, é onde se encontra maiores recursos para pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos a respeito do BIM O&M ainda possui muitos campos que necessitam de aprofundamento. A partir dessa Revisão da Literatura foi possível perceber que muitos autores relatam os desafios para a implantação plena de um sistema de operação e manutenção auxiliado por um modelo BIM. Além de demostrar quais regiões possuem estudos mais desenvolvidos, como o Reino Unido e as edificações universitárias, a fim de auxiliar em futuras pesquisas e incentivar a continuação dos estudos em relação ao tema.

Foram encontrados muitos estudos voltados para gerenciamento de dados, um dos maiores problemas de pesquisa, porém é constatado que, na transferência de dados entre sistemas de BIM e O&M ocorrem muitas perdas, verificando-se baixa interoperabilidade. Ademais, foi compreendido que existem muitos estudos voltados a tentativa de implantação do sistema BIM para operação e manutenção, o que resulta em um cenário positivo, visto que retrata a evolução do tema em meio ao cenário acadêmico. Por outro lado, foi constatada a falta de pesquisas voltada para o uso em si do BIM O&M, após a tentativa de implantação.

Desse modo, as inferências apontam para necessidade de trabalhos futuros em relação a:

a) Pesquisas voltadas para o uso do BIM O&M na prática, após a sua implantação.

b) Maior desenvolvimento das plataformas que integram o BIM com o O&M.

c) Maior incentivo do governo brasileiro junto as universidades para o avanço do uso do BIM no processo de concepção e uso das edificações.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e a Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) pela oportunidade de estudo e pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABDIRAD, H.; DOSSICK, C. S. **Rebaselining Asset Data for Existing Facilities and Infrastructure**. **Journal of Computing in Civil Engineering**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074376299&doi=10.1061%2F%28ASCE%29CP.1943-5487.0000868&partnerID=40&md5=780133a64adc228c8f42b036d33b2a6f>

AKINRADEWO, O. et al. Key requirements for effective implementation of building information modelling for maintenance management. **International Journal of Construction Management**, p. 1–9, 7 jan. 2022.

ALVANCHI, A.; SEYRFAR, A. **Improving facility management of public hospitals in Iran using building information modeling**. **Scientia Iranica**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078850485&doi=10.24200%2Fsci.2019.50186.1562&partnerID=40&md5=0e63db995dc2e83e6df97b441e27e4b4>

ASARE, K. A. B. et al. **BIM for Facilities Management: Potential Legal Issues and Opportunities**. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85114996400&doi=10.1061%2F%28ASCE%29LA.1943-4170.0000502&partnerID=40&md5=6c0b43a9925ec1a7133dd3f638c6fbc0>

BADENKO, V. L. et al. **Integration of digital twin and BIM technologies within factories of the future**. **Magazine of Civil Engineering**, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105044903&doi=10.34910%2FMCE.101.14&partnerID=40&md5=cde60c8ac815441fdfe1eda7129f6444>

BAZÁN, Á. M. et al. **Bim-based methodology for the management of public heritage. Case study: Algeciras market hall**. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2021a. Disponível em:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85121222355&doi=10.3390%2Fapp112411899&partnerID=40&md5=a6016563258b75e4a4a74e075ddaaa71>

BAZÁN, Á. M. et al. **Bim-based methodology for the management of public heritage. Case study: Algeciras market hall**. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2021b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85121222355&doi=10.3390%2Fapp112411899&partnerID=40&md5=a6016563258b75e4a4a74e075ddaaa71>

BHONDE, D.; ZADEH, P.; STAUB-FRENCH, S. Evaluating the Use of Virtual Reality for Maintainability-Focused Design Reviews. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 27, p. 253–272, 2022a.

BHONDE, D.; ZADEH, P.; STAUB-FRENCH, S. Evaluating the Use of Virtual Reality for Maintainability-Focused Design Reviews. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 27, p. 253–272, 2022b.

BOSCH, A.; VOLKER, L.; KOUTAMANIS, A. **BIM in the operations stage: Bottlenecks and implications for owners**. **Built Environment Project and Asset Management**, 2015. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84931432049&doi=10.1108%2FBEPAM-03-2014-0017&partnerID=40&md5=be53f8a5753d669100456edffb898f4b>

BRUMANA, R. et al. **Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention—the Basilica di Collemaggio (L'Aquila)**. **Applied Geomatics**, 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85055423071&doi=10.1007%2Fs12518-018-0233-3&partnerID=40&md5=bda3a631d2f3213ae459680492f3da1a>

BURAK CAVKA, H. et al. Levels of BIM compliance for model handover. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 23, p. 243–258, 2018.

CARREIRA, P. et al. **Virtual reality as integration environments for facilities management: Application and users perception**. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85042004654&doi=10.1108%2FECAM-09-2016-0198&partnerID=40&md5=a9877e14002b931bf8fa9e3cd2b5dd5d>

CAVKA, H. B.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E. A. **Developing owner information requirements for BIM-enabled project delivery and asset management**. **Automation in Construction**, 2017. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85027396980&doi=10.1016%2Fj.autcon.2017.08.006&partnerID=40&md5=1ebcb53eb920ad8d05c3e9cc555ccb56>

CHEN, C.; TANG, L. **BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance**. **Automation in Construction**, 2019a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071843152&doi=10.1016%2Fj.autcon.2019.102944&partnerID=40&md5=cd7675dc6325ae65dd1712e734f96cfe>

CHEN, C.; TANG, L. **BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance**. **Automation in Construction**, 2019b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071843152&doi=10.1016%2Fj.autcon.2019.102944&partnerID=40&md5=cd7675dc6325ae65dd1712e734f96cfe>

CONDOTTA, M.; SCANAGATTA, C. BIM-based method to inform operation and maintenance phases through a simplified procedure. **Journal of Building Engineering**, v. 65, p. 105730, 2023.

DEMIAN, P.; WALTERS, D. The advantages of information management through building information modelling. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 12, p. 1153–1165, 2 dez. 2014.

EADIE, R. et al. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, v. 36, p. 145–151, 2013a.

EADIE, R. et al. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, v. 36, p. 145–151, 2013b.

EL AMMARI, K.; HAMMAD, A. **Remote interactive collaboration in facilities management using BIM-based mixed reality**. **Automation in Construction**, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071686342&doi=10.1016%2Fj.autcon.2019.102940&partnerID=40&md5=65645f00fda4dcc7c818652c0644e8c2>

ESKANDARI, N.; NOORZAI, E. **Offering a preventive solution to defects in commercial building facility system using BIM**. **Facilities**, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108991652&doi=10.1108%2FF-04-2020-0037&partnerID=40&md5=1e80ca249ce29197d863eefc6468d083>

FALBO, Ricardo de Almeida. **Mapeamento Sistemático**. Disponível em: http://claudiaboeres.pbworks.com/w/file/fetch/133747116/Mapeamento%20Sistem%C3%A1tico%20-%20v1.0.pdf. Acesso em: 22 mar.2023.

FALORCA, J. F. **Main functions for building maintenance management: an outline application**. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85068939536&doi=10.1108%2FIJBPA-08-2018-0067&partnerID=40&md5=2539a98978864ef69b66f949b645ae16>

FIALHO, B. C. et al. **Development of a BIM and IoT-Based Smart Lighting Maintenance System Prototype for Universities' FM Sector**. **Buildings**, 2022. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85123541480&doi=10.3390%2Fbuildings12020099&partnerID=40&md5=4e58db3fb348bc29c890ebe1f4f7f8a0>

GARCÍA-GRANJA, M. J. et al. Development of an Innovative Seat Reservation System for University Buildings Based on BIM Technology. **Buildings**, v. 12, n. 11, p. 1786, 2022a.

GARCÍA-GRANJA, M. J. et al. Development of an Innovative Seat Reservation System for University Buildings Based on BIM Technology. **Buildings**, v. 12, n. 11, p. 1786, 2022b.

GIEL, B.; ISSA, R. R. A. **Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners**. **Journal of Management in Engineering**, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84950241069&doi=10.1061%2F%28ASCE%29ME.1943-5479.0000378&partnerID=40&md5=3541a9f2ebef4f28f64910f4e2b9207f>

GUILLEN, A. J. et al. Building Information Modeling as Assest Management Tool. **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 28, p. 191–196, 2016.

GUREVICH, U.; SACKS, R.; SHRESTHA, P. **BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value**. **Building Research and Information**, 2017a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85014705443&doi=10.1080%2F09613218.2017.1289029&partnerID=40&md5=d6a4acb9385125aa13eef022dd80880f>

GUREVICH, U.; SACKS, R.; SHRESTHA, P. **BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value**. **Building Research and Information**, 2017b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85014705443&doi=10.1080%2F09613218.2017.1289029&partnerID=40&md5=d6a4acb9385125aa13eef022dd80880f>

HALMETOJA, E. **The conditions data model supporting building information models in facility management**. **Facilities**, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061425371&doi=10.1108%2FF-11-2017-0112&partnerID=40&md5=35370ea5973c76fe53861e39fc4cbef5>

HALMETOJA, E.; LEPKOVA, N. **Utilising Building Information Models in Facility Maintenance and Operations**. **Teknik Dergi/Technical Journal of Turkish Chamber of Civil Engineers**, 2022. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85140324894&doi=10.18400%2Ftekderg.748397&partnerID=40&md5=1f6f67dddbc5bdc7a08c2b292bc1555c>

HANDAYANIPUTRI, A. et al. **Development of e-maintenance in green building maintenance and repair work of government buildings based on work breakdown structure using building information modeling**. **International Journal of Engineering Research and Technology**, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078864266&partnerID=40&md5=80e05ba2a343f101196119e90fa1a1b2>

HARODE, A.; ENSAFI, M.; THABET, W. **Linking BIM to Power BI and HoloLens 2 to Support Facility Management: A Case Study Approach**. **Buildings**, 2022a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85132689257&doi=10.3390%2Fbuildings12060852&partnerID=40&md5=78fb089f4073fe1354e039c87d28f887>

HARODE, A.; ENSAFI, M.; THABET, W. **Linking BIM to Power BI and HoloLens 2 to Support Facility Management: A Case Study Approach**. **Buildings**, 2022b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85132689257&doi=10.3390%2Fbuildings12060852&partnerID=40&md5=78fb089f4073fe1354e039c87d28f887>

HEATON, J.; PARLIKAD, A. K.; SCHOOLING, J. **Design and development of BIM models to support operations and maintenance**. **Computers in Industry**, 2019a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-

s2.0-85070275875&doi=10.1016%2Fj.compind.2019.08.001&partnerID=40&md5=da555f42d13efa8179ea99e33cf75666>

HEATON, J.; PARLIKAD, A. K.; SCHOOLING, J. **Design and development of BIM models to support operations and maintenance**. **Computers in Industry**, 2019b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070275875&doi=10.1016%2Fj.compind.2019.08.001&partnerID=40&md5=da555f42d13efa8179ea99e33cf75666>

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, 2018a.

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, 2018b.

HULL, J.; EWART, I. J. **Conservation data parameters for BIM-enabled heritage asset management**. **Automation in Construction**, 2020a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85088394986&doi=10.1016%2Fj.autcon.2020.103333&partnerID=40&md5=06c205acfc7286d455034d193ef4cd7c>

HULL, J.; EWART, I. J. **Conservation data parameters for BIM-enabled heritage asset management**. **Automation in Construction**, 2020b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85088394986&doi=10.1016%2Fj.autcon.2020.103333&partnerID=40&md5=06c205acfc7286d455034d193ef4cd7c>

JUNG, J. et al. **Productive modeling for development of as-built BIM of existing indoor structures**. **Automation in Construction**, 2014a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84896541031&doi=10.1016%2Fj.autcon.2014.02.021&partnerID=40&md5=da8b14909a907b5eefc4aa6bf59817eb>

JUNG, J. et al. **Productive modeling for development of as-built BIM of existing indoor structures**. **Automation in Construction**, 2014b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84896541031&doi=10.1016%2Fj.autcon.2014.02.021&partnerID=40&md5=da8b14909a907b5eefc4aa6bf59817eb>

KANG, K.; LIN, J.; ZHANG, J. **BIM- and IoT-based monitoring framework for building performance management**. **Journal of Structural Integrity and Maintenance**, 2018a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062019225&doi=10.1080%2F24705314.2018.1536318&partnerID=40&md5=8998eb464fa4db43399e94e244798fff>

KANG, K.; LIN, J.; ZHANG, J. **BIM- and IoT-based monitoring framework for building performance management**. **Journal of Structural Integrity and Maintenance**, 2018b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062019225&doi=10.1080%2F24705314.2018.1536318&partnerID=40&md5=8998eb464fa4db43399e94e244798fff>

KENSEK, K. **BIM guidelines inform facilities management databases: A Case Study over Time**. **Buildings**, 2015. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84958762053&doi=10.3390%2Fbuildings5030899&partnerID=40&md5=2ffb98b1243f6c48d56a7b062e920f8d>

KHALEK, I. A.; CHALHOUB, J. M.; AYER, S. K. **Augmented Reality for Identifying Maintainability Concerns during Design**. **Advances in Civil Engineering**, 2019a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063138613&doi=10.1155%2F2019%2F8547928&partnerID=40&md5=d9e165dffbdb51001f035f74c9d4ca94>

KHALEK, I. A.; CHALHOUB, J. M.; AYER, S. K. **Augmented Reality for Identifying Maintainability Concerns during Design**. **Advances in Civil Engineering**, 2019b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063138613&doi=10.1155%2F2019%2F8547928&partnerID=40&md5=d9e165dffbdb51001f035f74c9d4ca94>

KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. **Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings**. **Automation in Construction**, 2012a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-81355161549&doi=10.1016%2Fj.autcon.2011.05.023&partnerID=40&md5=caae21031e34662674631b187b3dc147>

KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. **Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings**. **Automation in Construction**, 2012b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-81355161549&doi=10.1016%2Fj.autcon.2011.05.023&partnerID=40&md5=caae21031e34662674631b187b3dc147>

KULA, B.; ERGEN, E. Implementation of a BIM-FM Platform at an International Airport Project: Case Study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 4, 2021.

LEYGONIE, R.; MOTAMEDI, A.; IORDANOVA, I. **Development of quality improvement procedures and tools for facility management BIM**. **Developments in the Built Environment**, 2022a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85132378445&doi=10.1016%2Fj.dibe.2022.100075&partnerID=40&md5=886fd9be883818e4339be7dd058ed81a>

LEYGONIE, R.; MOTAMEDI, A.; IORDANOVA, I. **Development of quality improvement procedures and tools for facility management BIM**. **Developments in the Built Environment**, 2022b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85132378445&doi=10.1016%2Fj.dibe.2022.100075&partnerID=40&md5=886fd9be883818e4339be7dd058ed81a>

LIN, Y. C. et al. **Development of BIM execution plan for BIM model management during the pre-operation phase: A case study**. **Buildings**, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84964375053&doi=10.3390%2Fbuildings6010008&partnerID=40&md5=df67b90a2d729fe0e7312f42129b59a8>

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.

MA, G.; SONG, X.; SHANG, S. **BIM-based space management system for operation and maintenance phase in educational office buildings**. **Journal of Civil Engineering and Management**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85077960176&doi=10.3846%2Fjcem.2019.11565&partnerID=40&md5=c980726d7abd7a5f49c4ec2b4a050c83>

MA, Z. et al. **Data-driven decision-making for equipment maintenance**. **Automation in Construction**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078422258&doi=10.1016%2Fj.autcon.2020.103103&partnerID=40&md5=b342f39dfafe0659f0b55d470f9a893e>

MARMO, R. et al. **Building performance and maintenance information model based on IFC schema**. **Automation in Construction**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85085843937&doi=10.1016%2Fj.autcon.2020.103275&partnerID=40&md5=98f837352e44598c75c96beaacf0b17d>

MATARNEH, S. T. et al. **BIM for FM: Developing information requirements to support facilities management systems**. **Facilities**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85076840970&doi=10.1108%2FF-07-2018-0084&partnerID=40&md5=29fcb594c4870e6d3e037b1aee618c28>

MORENO, J. V. et al. **Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building**. **Buildings**, 2022a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85130553359&doi=10.3390%2Fbuildings12050645&partnerID=40&md5=cf202246233e8a2019e963c38b17f0e4>

MORENO, J. V. et al. **Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building**. **Buildings**, 2022b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85130553359&doi=10.3390%2Fbuildings12050645&partnerID=40&md5=cf202246233e8a2019e963c38b17f0e4>

MOTAMEDI, A.; HAMMAD, A.; ASEN, Y. Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management. **Automation in Construction**, v. 43, p. 73–83, 2014.

MOTAWA, I.; ALMARSHAD, A. **Case-based reasoning and bim systems for asset management**. **Built Environment Project and Asset Management**, 2015. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84931394539&doi=10.1108%2FBEPAM-02-2014-0006&partnerID=40&md5=f367eef687dfff207b835846fcb6e80b>

PATACAS, J. et al. **Supporting building owners and facility managers in the validation and visualisation of asset information models (aim) through open standards and open technologies**. **Journal of Information Technology in Construction**, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85001043352&partnerID=40&md5=a4c362c19fe5abdd5d0f4ecad5826ac0>

PATACAS, J.; DAWOOD, N.; KASSEM, M. **BIM for facilities management: A framework and a common data environment using open standards**. **Automation in Construction**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85089231745&doi=10.1016%2Fj.autcon.2020.103366&partnerID=40&md5=d3b83af2979a22f0c65c37a1fd5fecb9>

PAVÓN, R. M.; ARCOS ALVAREZ, A. A.; ALBERTI, M. G. **BIM-based educational and facility management of large university venues**. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85096020982&doi=10.3390%2Fapp10227976&partnerID=40&md5=811a0157598d5832d938e5f80b6f4b43>

PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, v. 64, p. 1–18, ago. 2015.

PINTI, L.; CODINHOTO, R.; BONELLI, S. A Review of Building Information Modelling (BIM) for Facility Management (FM): Implementation in Public Organisations. **Applied Sciences**, v. 12, n. 3, p. 1540, 31 jan. 2022.

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.

RAD, M. A. H. et al. **BIM-based approach to conduct Life Cycle Cost Analysis of resilient buildings at the conceptual stage**. **Automation in Construction**, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85099360858&doi=10.1016%2Fj.autcon.2020.103480&partnerID=40&md5=bf91e3f41096fdcc7653d92b77a7b67f>

RAFSANJANI, H. N.; NABIZADEH, A. H. **Towards digital architecture, engineering, and construction (AEC) industry through virtual design and construction (VDC) and digital twin**. **Energy and Built Environment**, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85119077016&doi=10.1016%2Fj.enbenv.2021.10.004&partnerID=40&md5=388cd0d3a8d11bab354bcba84c669d1c>

RE CECCONI, F.; MALTESE, S.; DEJACO, M. C. **Leveraging BIM for digital built environment asset management**. **Innovative Infrastructure Solutions**, 2017. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85051004799&doi=10.1007%2Fs41062-017-0061-z&partnerID=40&md5=ece430fbe669f3d7a40f1cfdadef8f16>

ROGAGE, K.; GREENWOOD, D. **Data transfer between digital models of built assets and their operation & maintenance systems**. **Journal of Information Technology in Construction**, 2020a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85095863573&doi=10.36680%2FJ.ITCON.2020.027&partnerID=40&md5=68a951abf552ba87841bc68f317cb420>

ROGAGE, K.; GREENWOOD, D. **Data transfer between digital models of built assets and their operation & maintenance systems**. **Journal of Information Technology in Construction**, 2020b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85095863573&doi=10.36680%2FJ.ITCON.2020.027&partnerID=40&md5=68a951abf552ba87841bc68f317cb420>

TSAY, G. S.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, É. **BIM for Facilities Management: An Investigation into the Asset Information Delivery Process and the Associated Challenges**. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2022a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85139932123&doi=10.3390%2Fapp12199542&partnerID=40&md5=b5de9586df04eb12aa636c428b2bf143>

TSAY, G. S.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, É. **BIM for Facilities Management: An Investigation into the Asset Information Delivery Process and the Associated Challenges**. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2022b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85139932123&doi=10.3390%2Fapp12199542&partnerID=40&md5=b5de9586df04eb12aa636c428b2bf143>

ULLAH, K.; WITT, E.; LILL, I. **The BIM-Based Building Permit Process: Factors Affecting Adoption**. **Buildings**, 2022. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85122253878&doi=10.3390%2Fbuildings12010045&partnerID=40&md5=0cc8a5f0b5e295ec635a7b7d964a118a>

UM, J. et al. **Low-cost mobile augmented reality service for building information modeling**. **Automation in Construction**, 2023. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85143501382&doi=10.1016%2Fj.autcon.2022.104662&partnerID=40&md5=2c18d86dcf165ee2e0e57886d886fde3>

VILLA, V. et al. **Iot open-source architecture for the maintenance of building facilities**. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2021a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108310764&doi=10.3390%2Fapp11125374&partnerID=40&md5=37f87db67cc5008e837a9f122194fbe0>

VILLA, V. et al. **Iot open-source architecture for the maintenance of building facilities**. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2021b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108310764&doi=10.3390%2Fapp11125374&partnerID=40&md5=37f87db67cc5008e837a9f122194fbe0>

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Corrigendum to “Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs” [Autom. Constr. 38 (March 2014) 109–127]. **Automation in Construction**, v. 43, p. 204, jul. 2014.

WANG, Z. et al. A route optimization model based on building semantics, human factors, and user constraints to enable personalized travel in complex public facilities. **Automation in Construction**, v. 133, p. 103984, 2022.

WANG, Z.; LIU, J. A Seven-Dimensional Building Information Model for the Improvement of Construction Efficiency. **Advances in Civil Engineering**, v. 2020, p. 1–17, 19 dez. 2020.

WIJEKOON, C.; MANEWA, A.; ROSS, A. D. **Enhancing the value of facilities information management (FIM) through BIM integration**. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053425180&doi=10.1108%2FECAM-02-2016-0041&partnerID=40&md5=ecdd0dfe2239793e6753eb7a2a1bb3d5>

YANG, L. H. et al. **Building Information Model and Optimization Algorithms for Supporting Campus Facility Maintenance Management: A Case Study of Maintaining Water Dispensers**. **KSCE Journal of Civil Engineering**, 2021a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85093818272&doi=10.1007%2Fs12205-020-0219-7&partnerID=40&md5=4ef289beb7688efd26c9187617f67c05>

YANG, L. H. et al. **Building Information Model and Optimization Algorithms for Supporting Campus Facility Maintenance Management: A Case Study of Maintaining Water Dispensers**. **KSCE Journal of Civil Engineering**, 2021b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85093818272&doi=10.1007%2Fs12205-020-0219-7&partnerID=40&md5=4ef289beb7688efd26c9187617f67c05>

YOON, J. H.; CHA, H. S.; KIM, J. **Three-Dimensional Location-Based O&M Data Management System for Large Commercial Office Buildings**. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85060450493&doi=10.1061%2F%28ASCE%29CF.1943-5509.0001270&partnerID=40&md5=9d70841da0e02e5d7c64bcaa367a4f2b>

YUSOFF, S. N. S.; BRAHIM, J. **Implementation of building information modeling (Bim) for social heritage buildings in kuala lumpur**. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, 2021a. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85107436473&doi=10.30880%2Fijscet.2021.12.01.009&partnerID=40&md5=19b4691db37eb91b1e0cf3247e716737>

YUSOFF, S. N. S.; BRAHIM, J. **Implementation of building information modeling (Bim) for social heritage buildings in kuala lumpur**. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, 2021b. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85107436473&doi=10.30880%2Fijscet.2021.12.01.009&partnerID=40&md5=19b4691db37eb91b1e0cf3247e716737>

ZHAO, J. et al. Developing a conceptual framework for the application of digital twin technologies to revamp building operation and maintenance processes. **Journal of Building Engineering**, v. 49, 2022.