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]A CONTRIBUIÇÃO DA MODELAGEM DE INFORMAÇÕES DE CONSTRUÇÃO NO PROJETO PARA MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

The Contribution of Building Information Modeling in the Design for Maintenance of Building

Josilene de Fátima Toledo
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora, Minas Gerais | josilene.toledo@engenharia.ufjf.br

Maria Aparecida Steinherz Hippert
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora, Minas Gerais | aparecida.hippert@ufjf.br

RESUMO

A consideração da manutenção durante a fase de projeto é fundamental para mitigar problemas durante a operação e manutenção dos edifícios, bem como reduzir os custos inerentes. A Modelagem de Informações de Construção (BIM) tem sido um catalisador para mudanças de processo na indústria de arquitetura e construção no que tange a tomada de decisão antecipada e na identificação da necessidade de informações mais precisas e exatas ao longo do processo de projeto e construção. No entanto, seu uso no contexto da manutenção ainda é incipiente. Logo, este trabalho tem como objetivo identificar a contribuição do BIM para o Projeto para Manutenção (DfM) de edificações, frente a algumas estratégias atualmente apontadas na literatura. Para tal, uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi realizada. Os trabalhos selecionados pela RSL foram apresentados e discutidos, sendo identificadas contribuições, relacionadas ao uso da Modelagem de Informações de Construção, com ou sem o uso de tecnologias, como a Realidade Aumentada (RA) e o Business Intelligence (BI), que podem contribuir para elevar o grau de manutenibilidade da edificação. O trabalho contribui para a discussão a respeito do BIM na manutenção.

Palavras-chave: Modelagem de Informações de Construção; Projeto para Manutenção; Edificações

ABSTRACT

The consideration of maintenance during the design phase is essential to mitigate problems during the operation and maitenance of buildings, as well as to reduce the inherent costs. Building Information Modeling (BIM) has been a catalyst for process change in the architecture and construction industry in terms of early decision making and identifying the need for more precise and accurate information throughout the design process and construction. However, its use in the context of maintenance is still incipiente. Therefore, this work aims to identify the contribution of BIM to the Design for Maintenance (DfM) of buildings, based to some strategies currently addressed in the literature. For this, a Systematic Literature Review (RSL) was carried out. The works selected by RSL were presented and discusses, and contributions were identified, related to the use of Building Information Modeling, with or without the use of thechnologies, such as Augmented Reality (AR) and Business Intelligence (BI), which can contribute to increase the level of maintainability of the building. The work contributes to the discussion about BIM in maintenance.

Keywords: Building Information Modeling; Design for Maintenance; Building

1 INTRODUÇÃO

A manutenção é considerada como o maior componente de custo de construção ao longo do ciclo de vida de uma edificação (De SILVA, 2016; FOSTER, 2011). Ainda assim, segundo os autores, ela normalmente não é pensada na fase de projeto, o que constitui a principal causa para os problemas de operação e manutenção de instalações.

Neste contexto, Foster (2011) propôs que a próxima geração de avanço para o gerenciamento de instalações (FM) deveria estar em “Design for Maintenance” (DfM), aproveitando ao máximo as tecnologias atuais, como as relacionadas ao Building Information Modeling (BIM).

Mesmo que de maneira incipiente, alguns avanços neste sentido já podem ser observados, como a Estratégia BIM BR do governo federal. Ela estabelece a utilização de BIM na execução direta ou indireta de obras e

[1]TOLEDO, J. F.; HIPPERT, M. A. S. A Contribuição da Modelagem de Informações de Construção no Projeto para Manutenção de Edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 13., 2023, Aracaju. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2023. .

serviços de engenharia efetuada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. A terceira e última fase das exigências inclui o gerenciamento e a manutenção dos empreendimentos, a ser implementada a partir de janeiro de 2028 (BRASIL, 2020).

Embora o BIM seja capaz de suportar o FM em teoria, resultados expressivos da prática do BIM habilitado para FM ainda estão por surgir (EDIRISINGHE *et al*., 2017). Estes autores identificaram as principais áreas de pesquisa no ciclo de vida de implementação BIM para FM, sendo elas: realização de valor, planejamento estratégico, liderança interna e gestão do conhecimento, compras, FM, áreas de aplicação específicas, técnicas de captura de dados, interoperabilidade, colaboração e gestão do conhecimento FM.

Dado que a manutenção se insere no contexto da gestão de facilidades, visando o estabelecimento de diretrizes administrativas e operacionais que garantam um ótimo funcionamento do edifício (FERREIRA, 2005), este trabalho tem como objetivo identificar as contribuições do BIM para o Projeto para Manutenção de edificações, frente a algumas estratégias atualmente apontadas na literatura.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi utilizada como método de pesquisa. Ela consiste na busca, sobre determinado tema, do que é conhecido, como é conhecido, qual a variação entre as pesquisas e as lacunas existentes (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012). A RSL, segundo os autores, é aplicada a partir de três atividades principais: mapeamento das pesquisas anteriores, avaliação crítica e sistemática dos resultados e síntese das descobertas.

Como escopo da revisão, definiu-se a seguinte questão de pesquisa: O que a literatura tem discutido em torno do uso do BIM para a manutenção de edificações?

Ademais, como critérios de inclusão, foram selecionados artigos de periódicos que discutem ou aplicam o BIM visando a consideração da manutenção de edificações ainda no processo de projeto. Também foi estabelecido um recorte temporal de 2013 a 2023.

A base de dados Scopus foi selecionada para conduzir a busca dos trabalhos, por meio da *string*: ALL (BIM AND *building* AND "*Design for Maintenance*"). Um total de 87 documentos foram obtidos. Após aplicar os filtros "*document type*" e "*publication stage*", para obter apenas artigos em estágio final de publicação, 54 trabalhos foram separados para estudo.

A partir da leitura dos títulos foram selecionados aqueles que continham, dentro dos critérios de inclusão mencionados, pelo menos uma das palavras: BIM, manutenção, manutenibilidade ou FM. Em sequência, foram lidos os resumos desse material, excluindo aqueles que não apresentavam correlação, voltada para o processo de projeto, entre o BIM e a manutenção. Uma revisão mais aprofundada do conteúdo dos materiais pré-selecionados foi efetuada. Os artigos que ainda não atenderam os critérios de elegibilidade foram descartados. No total, 10 trabalhos foram selecionados. A Tabela 1 apresenta o quantitativo de documentos identificados nas etapas.

Tabela 1: Busca realizada no banco de dados Scopus

ETAPAS	QUANTITATIVO
TOTAL INICIAL	87
EXCLUÍDOS PELOS FILTROS	33
EXCLUÍDOS PELO TÍTULO	29
EXCLUÍDOS PELO RESUMO	12
EXCLUÍDOS PELO TEXTO	03
TOTAL FINAL	10

Fonte: Autores (2023).

A esses trabalhos foi acrescentado mais 1 artigo obtido por meio de literatura cinzenta. Esta é constituída de artigos elegíveis, que podem não ter sido recuperados pelas buscas, mas são obtidos pela verificação das referências bibliográficas dos estudos selecionados na revisão, ou por meio de buscas prévias (BRASIL, 2022). Neste caso, o trabalho foi selecionado em uma busca prévia nos principais periódicos nacionais sobre a temática: Pesquisa em Arquitetura e Construção, Gestão e Tecnologia de Projetos e Ambiente Construído.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos selecionados são apresentados no Quadro 1 e constituem-se como uma contribuição para o contexto mais amplo de BIM na FM, conforme discutido por Edirisinghe *et al*. (2017), ao apresentar a abordagem do BIM para a consideração da manutenção ao longo do processo de projeto.

Quadro 1: Resultados RSL

ARTIGO	OBJETIVO PRINCIPAL	MÉTODO	PRINCIPAIS RESULTADOS
(ZADEH *et al*., 2017)	Fornecer um *framework* estruturado para Avaliação da Qualidade da Informação (IQA) de BIMs para fins de gerenciamento de instalações.	O *framework* é desenvolvido com base nas necessidades de informações dos proprietários, obtidas por meio de entrevistas semiestruturadas, em estudo de caso em duas grandes organizações envolvendo projetos BIM.	O *framework* permite que os usuários caracterizem sistematicamente a dimensão da Qualidade da Informação (QI) (integridade, precisão, redundância, boa formação e compreensibilidade), e avaliem o QI dos BIMs em diferentes estágios do projeto com relação aos requisitos do proprietário.
(BURAK CAVKA; STAUB-FRENCH; POIRIER, 2018)	Descobrir e formalizar as etapas relacionadas com a tomada, processamento e verificação das informações de projeto em relação a um conjunto de requisitos funcionais e traduzi-los em um fluxo de trabalho baseado em modelo.	Estudo de caso em duas organizações proprietárias. A coleta de dados envolveu a análise e entrega do projeto e documentos de FM, entrevistas com o pessoal de FM e investigação de modelos de projeto para identificar consultas do modelo que podem ser aproveitadas para revisões de conformidade BIM dos proprietários.	Uma abordagem em três níveis (verificação da estrutura do modelo, verificação do conteúdo do modelo e revisão de conformidade do projeto) para verificação de conformidade baseada em modelo foi desenvolvida a partir das descobertas e consultas dos modelos identificados. Os níveis de conformidade identificados sugerem caminhos para aumentar consideravelmente a eficiência e eficácia do projeto e revisão do BIM pelos proprietários para melhorar a qualidade de uma instalação e a infraestrutura de informações de suporte para garantir a execução e manutenção correta.
(MAYO; ISSA, 2016)	Examinar uma visão de nível micro das informações necessárias para os proprietários para ajudá-los a especificar suas entregas de encerramento.	Incluiu um painel Delphi de pessoal de gerenciamento de instalações empregado por universidades que foram pesquisadas para estabelecer um consenso das necessidades de informações importantes percebidas e a frequência e o formato dos dados de FM.	Uma lista base para planejamento interno para operacionalizar o modelo BIM e a documentação de encerramento. Houve economia de tempo de trabalho.
(LIU; ISSA, 2016)	Propor um banco de dados de conhecimento de manutenção de instalações, a fim de trazer esse conhecimento para as fases iniciais de projeto.	Um questionário de pesquisa foi desenvolvido e administrado para coletar perspectivas de profissionais do setor para entender os requisitos de gerenciamento de instalações existentes e os tipos de problemas de manutenção que ocorrem com frequência e que podem ser resolvidos logo no início da fase de projeto.	Indicaram que as questões de manutenção devem ser levadas em consideração durante a fase de projeto da instalação. As áreas percebidas determinadas pela pesquisa que precisam de consideração de manutenção na fase de projeto seria um ponto de partida para um banco de dados de conhecimento compartilhado BIM-FM.
(MARZOUK; HANAFY, 2022)	Melhorar a capacidade de manutenção dos componentes dos sistemas em instalações de saúde no início das etapas de projeto para garantir um melhor planejamento da manutenção.	Propõe um *framework* que adota o BIM como um *data warehouse*, para troca de dados entre as partes dos projetos. Além disso, propõe a integração as técnicas de BIM e *Business Intelligence* (BI) na forma de um painel interativo de BI. As funcionalidades do sistema são testadas em um projeto de *design* de instalação de saúde real para avaliar duas opções de *design* diferentes e ilustrar suas capacidades.	Os resultados do banco de dados mostram a importância de considerar a manutenibilidade nas fases iniciais de projeto. O modelo integrado BIM-BI permite usar modelos 3D BIM para desenvolver o projeto de construção para atingir um alto nível de requisitos de acessibilidade para cada componente do edifício. Utilizando o modelo integrado BIM-BI, os projetistas e engenheiros têm dados *insights* para mudar alguns aspectos de seu projeto para melhorar os resultados da avaliação de manutenibilidade.

Quadro 2: Resultados RSL (continuação)

ARTIGO	OBJETIVO PRINCIPAL	MÉTODO	PRINCIPAIS RESULTADOS
(LIU; ISAA, 2014)	Investigar o Projeto para Acessibilidade de Manutenção (DFMA), e as oportunidades oferecidas pela aplicação de *softwares* de Modelagem de Informação de Construção (BIM) para realizar esse projeto.	Diferentes ferramentas BIM, incluindo Solibri Model Checker (SMC) e Revit Add-In, são exploradas para problemas de manutenção. O Microsoft Visual Studiu é usado como uma ferramenta para desenvolver aplicativos ADD-In no problema Revit for DFMA. Um estudo de caso envolvendo acessibilidade para manutenção de exaustores é utilizado para validar a solução proposta.	Os resultados do estudo de caso mostram que a verificação de manutenibilidade é possível na fase de projeto usando o Revit Add-In
(KHALEK; CHALHOUB, AYER, 2019)	Determinar até que ponto diferentes indivíduos com experiência de construção limitada são capazes de fornecer informações efetivas usando realidade aumentada (RA) e formatos de visualização BIM mais tradicionais ao participar de sessões de revisões de projeto com foco em manutenção.	Abordagem experimental comparativa, em que metade dos participantes usou BIM na tela e a outra metade usou RA para localizar áreas, identificar se são sustentáveis e classificar os problemas de manutenibilidade usando um paradigma previamente definido.	Propõe um método de visualização híbrida, que se configura como outra forma de revisões de projeto com foco em manutenção. Essa abordagem híbrida permite que indivíduos com experiência limitada sejam capazes de pensar efetivamente como gerentes de instalações, a fim de tomar melhores decisões de manutenção durante o projeto para levar a um edifício melhor durante a operação.
(BORRELLI; SCHEER, 2022)	Explorar uma estrutura de requisitos para aplicação de um projeto desenvolvido em BIM de modo a gerar modelos adequados ao uso no gerenciamento da manutenção e operação de edifícios.	Para demonstrar como ocorre o uso e quais são os requisitos necessários de modelagem BIM-FM para projetos, para articular o processo de coleta, gerenciamento e troca de dados BIM relacionados a FM e identificar os desafios enfrentados durante a transferência via BIM, foi realizado um estudo de caso, utilizando um projeto piloto desenvolvido em BIM, em LOD 300, que foi atualizado para utilização em atividades de manutenção e operação. Para transferência de dados utilizou-se ferramentas como o Revit e o YouBIM e o esquema de dados COBie.	Como resultados do estudo de caso, foi elaborado um quadro para aplicação do BIM em FM para manutenção e operação.
(CHEN *et al*., 2019)	Desenvolver um *framework* de RA com reconhecimento de localização para gerenciamento de manutenção de instalações (FMM), com BIM como fonte de dados, RA para interação entre os usuários e instalações de impressão digital Wi-Fi para fornecer informações de localização em tempo real.	Revisão de literatura dos aplicativos BIM existentes para FMM e RA. Desenvolvimento do *framework*. Ilustração da funcionalidade do *framework* desenvolvido em um exemplo. Realização de um teste de usuário para avaliar a viabilidade e eficiência do sistema.	O *framework* proposto melhora a eficiência da colaboração para FMM. Especificamente, o sistema RA pode reduzir o tempo de conclusão da tarefa projetada em cerca de 65% em comparação com método tradicional baseado em desenho 2D, e pode fornecer uma precisão de localização de cerca de 1m.
(ALIJANI MAMAGHANI; NOORZAI, 2023)	Integrar BIM e RA e sensores para mitigar os problemas de operação e manutenção de instalações mecânicas estabelecendo uma gestão inteligente.	Estudo de caso em um complexo comercial em construção para analisar a proposta de integração de softwares e ferramentas: coleta e implementação de dados em um modelo 3D no Autodesk Revit e Navisworks. Instalação, em seguida, de sensores para fornecer informações *on-line* vitais para o modelo. Além disso. O Unity foi usado no Vuforia para visualização RA dos dispositivos.	O *framework* proposto reduz o tempo de realização das atividades de operação e manutenção das instalações mecânicas, a partir da implementação de uma FM inteligente. O gestor pode obter informações de construção e visualizar o funcionamento de instalações mecânicas *online* através de um modelo BIM em 3D. Em caso de falha, a RA é usada para mostrar como deve se proceder o reparo e a manutenção.

Fonte: Autores (2023).

O Projeto para Manutenção constitui-se como um conjunto de considerações feitas durante o processo de projeto de maneira a contribuir para o aumento do grau de manutenibilidade, fornecendo subsídios para os programas, procedimentos e periodicidades de serviços de manutenção (SANCHES; FABRICIO, 2008).

Algumas dessas considerações, relacionadas ao uso da Modelagem de Informações de Construção, são apresentadas pelos trabalhos constantes no Quadro 1. Elas podem ser agrupadas em três categorias: resolução ou mitigação de problemas de manutenção no início da fase de projeto (LIU; ISSA, 2016; CHEN *et al*., 2019, ALIJANI MAMAGHANI; NOORZAI, 2023), adequação dos modelos BIM para uso no gerenciamento da manutenção (KHALEK; CHALHOUB; AYER, 2019; BORRELLI; SHEER, 2022; ZADEH *et al*., 2017; BURAK CAVKA; STAUB-FRENCH; POIRIER, 2018; MAYO; ISSA, 2016) e melhoria da manutenibilidade (MARZOUK; HANAFY, 2022; LIU; ISSA, 2014). Como alguns dos trabalhos discutem diretamente a manutenibilidade, por meio de sua verificação e avaliação, ela foi separada em uma categoria, mas cabe ressaltar que todas as considerações apresentadas contribuem para o aumento do grau da manutenibilidade.

No que diz respeito aos problemas de manutenção, como os ligados à acessibilidade da informação (LIU; ISSA, 2016), eles podem ser solucionados por meio de um banco de dados compartilhado BIM-FM, como proposto por Liu e Issa (2016), ou mesmo mitigados estabelecendo uma gestão inteligente a partir do *framework* que integra BIM, RA e sensores apresentado por Alijani, Mamaghani e Noorzai (2023). Ainda, a eficiência da colaboração para facilidades de manutenção (FMM) pode ser melhorada pela aplicação do *framework* de RA com reconhecimento de localização, proposto por Chen *et al*. (2019). Embora nestes dois últimos casos, essa verificação aconteça durante a operação do edifício, a qualidade da informação da documentação e dos modelos BIM são importantes para tal e podem ser pensadas ainda em projeto.

Neste contexto, conforme a segunda categoria, Borrelli e Sheer (2022) apresentam uma estrutura de requisitos que pode ser usada para gerar modelos adequados ao uso no gerenciamento da manutenção e operação de edifícios. No processo BIM-FM apresentado como sugestão pelos autores, a verificação das informações de entrada e da qualidade BIM é necessária para classificar e construir um banco de dados de referência para o gestor de instalações, para que ele identifique os problemas de manutenção existentes. Essa verificação pode ser feita por meio de revisões de projeto voltadas para a manutenção, utilizando o método de visualização híbrida, através do uso do BIM e da RA, como proposto por Khalek, Chalhoub e Ayer (2019); pela avaliação da qualidade da informação de BIMs, fazendo uso do *framework* apresentado por Zadeh *et al*. (2017); bem como pela avaliação da conformidade BIM pelos proprietários, através da abordagem em três níveis proposta por Burak Cavak, Staub-French e Poirier (2018). Ademais, ainda pode-se operacionalizar o modelo BIM e a documentação de encerramento pela lista base de tipo de produto, formato de entrega e matriz para planejamento interno, apresentado por Mayo e Issa (2016).

Por fim, a melhoria da manutenibilidade pode ser obtida pela sua verificação através da realização, com o uso de *software* BIM, do Projeto para Acessibilidade da Manutenção (DFMA) (LIU; ISSA, 2014), bem como pela sua avaliação, por meio do *framework* apresentado por Marzouk e Hanafy (2022) para construção de um banco de dados de informação de manutenibilidade (MID).

Nota-se ainda que os trabalhos apresentados se dividem em duas grandes áreas: aqueles que abordam a Modelagem de informações de Construção em ternos de modelos BIM, banco de dados, *softwares* BIM ou ferramentas (ZADEH *et al*., 2017; BURAK CAVKA; STAUB-FRENCH; POIRIER, 2018; MAYO; ISSA, 2016; LIU; ISSA, 2016; LIU; ISSA, 2014; BORRELLI; SCHEER, 2022) e aqueles que ainda integram tecnologias, como a realidade aumentada e o *Business Intelligence* (MARZOUK; HANAFY, 2022; KHALEK; CHALHOUB; AYER, 2019; CHEN *et al*., 2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo identificar a contribuição da Modelagem de Informações de Construção (BIM) para o Projeto para Manutenção de edificações, frente a algumas estratégias apontadas pela literatura. Sendo assim, por meio dos trabalhos obtidos pela Revisão Sistemática da Literatura (RSL) realizada, foram identificadas três categorias de considerações relacionadas ao BIM, a serem feitas durante o processo de projeto para aumentar o grau de manutenibilidade de uma edificação. As categorias envolvem a resolução de problemas de manutenção na fase de projeto, a adequação de modelos para uso na manutenção, e a melhoria da manutenibilidade.

Os trabalhos identificados fazendo uso de *frameworks*, banco de dados, lista base, etc, se configuram como uma referência de ponto de partida para realizar, em projeto, as considerações de manutenção apresentadas. No entanto, cabe destacar que os métodos adotados podem necessitar de adaptação a depender do sistema, tipo de edificação ou contexto trabalhado.

Neste sentido, este trabalho permitiu identificar alguns avanços, ainda que de maneira incipiente, no contexto do Projeto para Manutenção com o uso do BIM, bem como com a associação de tecnologias como a Realidade Aumentada (RA) e o *Business Intelligence* (BI). Ademais, os trabalhos ressaltam a importância de considerar a manutenção nas fases iniciais de projeto.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

BORRELLI, E. M. Y.; SCHEER, S. Aplicação da Modelagem da Informação da Construção nas atividades de manutenção e operação de edificações. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**., Campinas, SP, v. 13, p. e022023, 2022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8665320>. Acesso em: 05 fev. 2023. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v13i00.8665320

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012. 92 p.: il. – (Série A: Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Geral: Subchefia para Assuntos Jurídicos**. DECRETO Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020**. Brasília: Presidência da República, 02 abr. 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm>. Acesso em: 22 abr. 2023.

BURAK CAVKA, H.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E. A.. Levels of BIM compliance for model handover. Journal of Information **Technology in Construction (ITcon)**, [s.l.], v. 23, p. 243-258, 2018. Disponível em:<http://www.itcon.org/2018/12>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CHEN, K.; CHEN, W.; LI, C. T.; CHENG, J. C. P.. A BIM-based location aware AR collaborative framework for facility maintenance management. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 24, p. 360-380, 2019. Disponível em: <http://www.itcon.org/2019/19>. Acesso em: 24 mar. 2023.

DE SILVA, N.; RANASINGHE,M.; De Silva, C. R.. Risk analysis in maintainability of high-rise buildings under tropical conditions using ensemble neural network. **Facilities**. [s.l.], v. 34, n. 1-2, p. 2–27, 2016. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/F-05-2014-0047/full/html?skipTracking=true >. Acesso em: 24 mar. 2023. DOI 10.1108/F-05-2014-0047.

EDIRISINGHE, R.; LONDON, K. A.; KALUTARA, P.; ARANDA-MENA, G.. Building information modelling for facility management: are we there yet?. **Engineering, Construction and Architectural Management**. [s.l], v. 24, n. 6, p. 1119-1154, 2017. Acesso em: 24 mar. 2023. DOI 10.1108/ECAM-06-2016-0139.

FERREIRA, F.P. **Gestão de *facilities***: estudo exploratório da prática em empresas instaladas na região metropolitana de Porto Alegre. Porto Alegre, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6527>. Acesso em: 10 jun. 2023.

FOSTER, B.. BIM for facility management: design for maintenance strategy. **Journal of Building Information Modeling**, Spring, [s.l.], p. 18-19, 2011.Disponível em: <https://www.brikbase.org/content/bim-facility-management-design-maintenance-strategy>. Acesso em: 24 mar. 2023.

GOUGH, D.; THOMAS, J.; OLIVER, S.. Clarifying differences between review designs and methods. **Systematic Reviews**, v. 1, n. 28, p. 1, 2012. Acesso em: 24 mar. 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.1186/2046-4053-1-28.

KHALEK, I.A.; CHALHOUB, J.M.; AYER, S.K.. Augmented Reality for Identifying Maintainability Concerns during Design. **Hindawi Advances in Civil Engineering**, 2019. Acesso em: 05 fev. 2023. DOI: https://doi.org/10.1155/2019/8547928.

LIU, R.; ISSA, R. R.A.. Design for maintenance accessibility using BIM tools. **Facilities**, v. 32, n. 3/4, p. 153-159, 2014. Acesso em: 05 fev. 2023. DOI: https://doi.org/10.1108/F-09-2011-0078.

LIU, R.; ISSA, R.R.A.. Survey: Common knowledge in BIM for facility maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v.30, 3, 2016. Acesso em: 05 fev. 2023. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000778.

MAMAGHANI, O.A.; NOORZAI, E. A framework to implement augmented reality based on BIM to improve operation and maintenance of mechanical facilities of commercial complexes. **Facilities**, v. 41, n. 3/4, p. 229-247, 2023. Acesso em: 24 mar. 2023. DOI 10.1108/F-04-2022-0064

MARZOUK, M.; HANAFY, M.. Modelling maintainability of healthcare facilities services systems using BIM and business intelligence. **Journal of Building Engineering**, v.46, 2022. Acesso em: 05 fev. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103820.

MAYO, G.; ISSA, R. R. A. Nongeometric Building Information Needs Assessment for Facilities Management. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 3, 2016. Acesso em: 24 mar. 2023. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000414

SANCHES, I.D.; FABRICIO, M.M. Projeto para Manutenção. In: WORKSHOP BRASILEIRO GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo. **Anais...**, 2008, São Paulo. P. 2-9. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/258232564_Projeto_para_manutenção>. Acesso em: 10 jun. 2023.

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. Acesso em: 5 fev. 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aei.2017.06.003.