



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

O USO DO BIM NA MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA NACIONAL¹

TOLEDO, Josilene (1); GOMES, Luana (2); HIPPERT, Maria Aparecida (3)

- (1) Universidade Federal de Juiz de Fora, josilene.toledo@engenharia.ufjf.br
(2) Universidade Federal de Juiz de Fora, luana.gomes@engenharia.ufjf.br
(3) Universidade Federal de Juiz de Fora, aparecida.hippert@ufjf.edu.br

RESUMO

A manutenção de edifícios é uma atividade necessária para garantir o bom funcionamento da edificação e prolongar a sua vida útil. A Modelagem da Informação da Construção (BIM) pode atuar como fornecedora de informações do modelo as built, bem como um repositório de informações para consultas, seja para orientar os usuários ou outros envolvidos com relação às atividades de manutenção. O objetivo deste trabalho é analisar o panorama da produção científica na literatura nacional sobre o uso do BIM na Gestão da Manutenção de edifícios. Utilizou-se como metodologia a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) efetuada nos periódicos nacionais, visando mapear os estudos já produzidos relacionando o BIM com a manutenção. Os resultados apontam o uso de tecnologias para modelagem as built bem como o uso do BIM na Gestão de Facilidades (FM). Esta pesquisa busca contribuir para a discussão sobre o uso do BIM na manutenção de edifícios.

Palavras-chave: Manutenção de edifícios. Modelagem da Informação da Construção. Gestão de Facilidades.

ABSTRACT

Buildings maintenance is a necessary activity to ensure the proper functioning of the building and to extend its useful life. Building Information Modeling (BIM) can act as a supplier of information from the "as built" model, as well as a repository of information for consultations, to guide users or other people involved in maintenance activities. The purpose of this article is to analyze the scientific production in the Brazilian literature about the use of BIM for Building Maintenance Management. The methodology used was the systematic literature review (RSL), carried out in national journals, aiming to map the studies already produced relating BIM to maintenance. Five papers were obtained and point to the use of new technologies, for the "as built" modeling of the building, as well as the use of BIM in the facility management (FM). This research seeks to contribute for the discussion about the use of BIM in the building maintenance.

Keywords: Building maintenance. Building Information Modeling. Facilities Management.

¹ TOLEDO, Josilene; GOMES, Luana; HIPPERT, Maria Aparecida. O Uso do do BIM na manutenção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

As edificações são importantes para a sociedade contemporânea devido às suas utilidades essenciais como, por exemplo, moradia, trabalho e lazer. Elas apresentam um longo ciclo de vida incluindo as etapas de projeto, construção, uso, reformas e demolição; das quais a etapa de uso é a mais extensa (SANCHES, 2010). Dessa forma, as décadas de uso da edificação sujeita-a ao desgaste, o que pode afetar a capacidade de atender às necessidades dos usuários ao longo do tempo. Nesse contexto a manutenção se mostra essencial, já que seu objetivo primordial é preservar o edifício, prolongando sua vida útil (WIGGINS, 2010). Corroborando com esta afirmação, pesquisas recentes apontam que, em grandes cidades, as reformas e manutenções de edifícios existentes têm aumentado enquanto o número de novas construções tem diminuído (BROWN et al., 2005 apud KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012).

Por outro lado, as inovações tecnológicas estão presentes também na indústria da construção civil, dentre elas pode-se citar a Modelagem de Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM). Através de uma representação digital do edifício, o BIM integra informações úteis para todas as etapas do ciclo de vida da edificação (NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2007), sendo usado para facilitar o intercâmbio e a interoperabilidade destas informações (EASTMAN et al., 2008). Com o BIM, é possível criar um banco digital com dados referentes a todos os ativos de um edificação, fornecendo suporte ao gerenciamento dos mesmos (CHEN et al, 2018). Ainda, o BIM atua como ferramenta útil na manutenção predial, tendo em vista que a manutenção requer um amplo sistema de informações que resgate dados detalhados sobre diversos componentes da construção (MOTAWA; ALMARSHAD, 2012).

Apesar do BIM ser aplicável à todas as etapas da edificação, seu uso está concentrado nas fases de projeto e construção, não sendo tão difundido para construções existentes (VOLK; STENGEL; SHULTMANN, 2013). Os autores destacam que são raras as publicações acadêmicas, identificadas até aquele ano, explicitamente dedicadas ao uso do BIM para construções existentes e até mesmo aquelas que discutem os desafios de pesquisas relacionadas. Wong, Ge e He (2018) ainda apontam que o uso do BIM nas edificações existentes requer mais estudos visando a melhoria do processo de captura de dados, interoperabilidade e padrões para BIM-FM.

O objetivo deste trabalho é analisar o panorama da produção científica sobre o uso do BIM na Gestão da Manutenção de edifícios, com base em periódicos nacionais. Esta pesquisa faz-se necessária, tendo em vista a necessidade de mapear o conhecimento existente sobre o uso do BIM voltado para manutenção em face da esperada crescente utilização do BIM no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Manutenção

Dentre as etapas que envolvem o ciclo de vida de uma edificação, a de uso se configura como a mais longa e na qual se dá as atividades de manutenção. A manutenção é definida pela ABNT (2012) como um conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de

suas partes constituintes de forma a atender as necessidades e segurança dos seus usuários. Sua finalidade é a de manter o valor e o uso completo do edifício, fornecer segurança, reduzir acidentes e ferimentos decorrentes de defeitos ou deterioração do edifício, bem como manter a aparência e prolongar a vida útil do mesmo (WIGGINS, 2010).

A manutenção é uma das áreas da Gestão de Facilidades (*Facilities Management*, FM). Esta consiste na "integração de atividades multidisciplinares dentro do ambiente construído e a gestão de seu impacto sobre as pessoas e o local de trabalho" (WIGGINS, 2010, p.5). Estima-se que a maior parte do custo de gerenciamento de facilidades (65% a 85%) é devido à manutenção (LAVY; JAWADEKAR, 2014). A FM visa fornecer ambientes de trabalhos seguros e eficientes para os usuários. Requer a capacidade de rastrear componentes da instalação com precisão, identificar ineficiências nas operações de construção e responder rapidamente às solicitações dos usuários. As atividades de gerenciamento de facilidades dependem da precisão e acessibilidade dos dados da instalação criados na fase de projeto e construção, mantidas durante a fase de manutenção e operação (GENERAL SERVICES ADMINISTRATION, 2011).

2.2 BIM

O BIM pode ser definido como "o processo de gerar, armazenar, gerenciar, trocar e compartilhar informações de edifícios de maneira interoperável e reutilizável" (VANLANDE; NICOLLE; CRUZ, 2008). É produzido um modelo virtual da edificação, que quando alimentado durante a construção, pode fornecer informações sobre todos os sistemas e componentes da mesma, como especificações, custos, prazos, dados dos fabricantes, parâmetros de desempenho e análises realizadas (NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2007; EASTMAN et al., 2008). Além disso, o modelo fornece uma interface para sensores, o que pode fornecer informações em tempo real sobre os componentes da edificação (EASTMAN et al., 2008).

Podem ser inseridos no modelo BIM dados das atividades de manutenção, concentrando, assim, aqueles relevantes às etapas de projeto, construção, uso e manutenção em uma só base. Dessa forma o BIM pode facilitar a manutenção ao atuar como um banco de dados precisos e atualizados sobre os espaços construídos (EASTMAN et al., 2008), uma vez que a informação é essencial para uma manutenção eficiente e efetiva (CHEN et al., 2018). Os autores ainda destacam que nas últimas décadas, o BIM tem sido cada vez mais usado para FM, por facilitar a colaboração entre diferentes pessoas e a integração de informações durante a fase de Operação e manutenção.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizada a Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Ela é um mecanismo que identifica, avalia e analisa toda pesquisa pertinente e acessível relativa a uma questão bem definida com uso de critérios objetivos e reproduzíveis de seleção e caracterização da amostra da pesquisa (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015; GALVÃO; PEREIRA, 2014).

Este trabalho parte de uma pesquisa maior que propôs-se responder à seguinte questão motivadora: "Qual o panorama da produção científica sobre a Gestão da Manutenção de edifícios e a contribuição do BIM?". Para isto considerou-se as bases de dados: Ambiente Construído (AC), Revista Pesquisa em Arquitetura e

Construção (PARC) e Revista Gestão & Projeto (G&P) e definiu-se os termos de busca, sem recorte temporal: Manutenção, Edifícios, Manual do usuário, BIM e *Facilities Management*.

A pesquisa foi realizada diretamente nas bases escolhidas buscando tais termos em português e inglês, além de inseri-los individualmente e combinados entre si. Como critérios de inclusão foram selecionados os trabalhos que discutiam manutenção, o seu documento, o manual do usuário e, a relação com o BIM. A busca com 19 conjuntos de termos foi realizada conforme tabela 1.

Tabela 1 - Trabalhos por periódico nacional e descritores

DESCRITORES	PERIÓDICOS			TOTAL
	AC	PARC	G&P	
Manutenção / Maintenance	60	10	108	178
Manutenção + Edifícios / Maintenance + Building	22	8	92	122
"Manutenção de Edifícios"	5	0	3	8
Manutenção + Manual / Maintenance + user manual	0	0	45	45
"Manual do usuário" / user manual	0	0	9	9
BIM / "Building Information Model"	31	38	67	136
Manutenção + BIM / Maintenance + BIM	5	9	36	50
Maintenance + Building + user manual	0	0	4	4
Building + Maintenance + BIM	0	5	6	11
Facilities Management	2	2	30	34
Facilities Management + BIM	0	2	16	18
Facilities Management + Maintenance	1	2	6	9
Facilities Management + Maintenance + BIM	0	2	3	5
TOTAL	126	78	425	629

Fonte: Autores

Como o interesse são os artigos de periódicos, foram realizadas exclusões gerais, como editoriais. Na sequência, foram eliminados os textos repetidos. Como critério de exclusão foi realizada a análise de títulos e de resumos que deveriam apresentar relação entre BIM e manutenção. Os resultados estão na tabela 2.

Tabela 2 - quantitativo final de trabalhos por etapa de exclusão

TRABALHOS	Inicial	Exclusões gerais	Remoção repetidos	Análise de Títulos	Análise de Resumos
TOTAL	629	579	200	40	13

Fonte: Autores

Os 13 trabalhos obtidos foram classificados em 3 áreas de conteúdo: Manutenção, Manual do Usuário e BIM na manutenção sendo obtidos 2 trabalhos nas primeiras áreas e 9 sobre BIM na manutenção.

No presente artigo foram analisados os trabalhos da área BIM na manutenção que após lidos em sua íntegra, identificou-se quatro que citavam, mas não discutiam a relação do BIM com a manutenção e foram excluídos.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

A análise dos trabalhos permitiu identificar que o uso do BIM na manutenção de edificações distribuiu-se em duas áreas. A primeira é da modelagem BIM a fim de se obter o projeto *as built*. De posse da modelagem BIM da edificação pode-se partir para a segunda área que é a Gestão da Manutenção através do BIM. Ela engloba a aplicação do BIM na manutenção de edifícios, com a possibilidade de integração com outras tecnologias e softwares (Quadro 1).

Quadro 1 - trabalhos divididos em áreas e subáreas de assunto

ÁREAS E SUAS DIVISÕES		TRABALHOS
Levantamento para modelagem BIM (<i>as built</i>)	Tradicional	GROSSKOPF, <i>et al.</i>
	Uso de tecnologias	DEZEN-KEMPTER, <i>et al.</i>
		CANUTO, C. L.; MOURA, L. R. DE; SALGADO, M. S.
Manutenção	Facilities Management	MOREIRA, L. C. DE S.; RUSCHEL, R. C.
	Uso de tecnologias	MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.

Fonte: Autores

Grosskopf et al. (2019), apontam o uso da fotografia 360 graus como forma de otimização do levantamento tradicional e do processo de elaboração manual do *as built* em modelagem BIM. O uso da fotografia 360 graus mostrou-se mais eficaz por apresentar uma maior abrangência de captura, reduzindo a quantidade de registros e a produção de arquivos e por despende menos tempo no levantamento em campo e na validação de dados para a modelagem. Esta tecnologia não elimina a necessidade de extração de medidas diretas *in loco*, mas se concretiza como uma proposta acessível de adaptação do modelo tradicional de levantamento.

Já o trabalho de Dezen-Kempton et al. (2017), apresenta tecnologias de levantamento híbridas, que capturam, de forma automática, informações espaciais a uma dada distância, dispensando a necessidade de medições métricas diretas. O estudo faz uso integrado das tecnologias de escaneamento a laser 3D e de fotogrametria no levantamento de uma edificação histórica para a elaboração de sua modelagem BIM a partir de nuvem de pontos. Elas facilitam a produção convencional do modelo 3D em softwares BIM ao basear-se na digitalização do edifício. Portanto, apesar da diminuição de erros embutidos no levantamento tradicional, o processo ainda está sujeito à subjetividade e falhas humanas, inerentes ao processo de modelagem convencional. Os autores apontam a necessidade de ferramentas de automação, ou semi-automatizadas, de reconhecimento de componentes da digitalização para otimizar a etapa de modelagem BIM.

Em seu trabalho Canuto, Moura e Salgado (2016) exploram o uso concomitante de tecnologias digitais para a preservação do patrimônio arquitetônico. Os autores fazem uso de escaneamento a laser, que gera um modelo geométrico em nuvens de pontos, e fotogrametria para cobrir eventuais falhas nesse modelo. A modelagem BIM do elemento é então gerada por meio da nuvem de pontos integrada à documentação e levantamento em CAD 2D já existentes, possibilitando a manipulação do mesmo através de tecnologias de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). A fotogrametria e o escaneamento 3D promovem agilidade no processo de captura e tratamento dos dados levantados, enquanto a RA facilita o acesso e interpretação das informações ao aproximá-las

do espaço físico do usuário, que ainda pode ser transportado para um ambiente de simulação interativa por meio da RV.

Moreira e Ruschel (2015) tratam do impacto da incorporação do BIM na Gestão de Facilidades comparando os processos de FM, com ênfase na manutenção predial, com e sem a adoção do BIM. Verificou-se que sem o uso do BIM os sistemas apresentam uma falta de interoperabilidade, as documentações não são digitalizadas e são armazenadas em arquivos físicos passíveis de desgaste e deterioração. Em contrapartida com o uso do BIM os sistemas passam a ser integrados, os arquivos digitais são armazenados em um repositório e as informações projetuais são obtidas por sistemas do modelo BIM da edificação. Os autores identificaram três áreas de impacto da incorporação de BIM na Gestão de Facilidades: no processo, no sistema FM e na informação intercambiada. Assim, a partir das transformações percebidas criaram-se escalas de incorporação dos possíveis impactos de BIM: baixo, médio e alto; aplicáveis a cada área identificada.

O trabalho de Machado e Ruschel (2018) apresentam uma RSL para identificar as soluções que integram BIM e a Internet das Coisas (IoT, *Internet of Things*), em todo o ciclo da vida de edifícios. O IoT envolve diferentes tecnologias de sensoriamento, informação e comunicação, para criar uma rede de objetos interconectados, adquirindo dados de um ambiente físico em tempo real. Assim, ele pode alimentar a plataforma BIM com diversas informações relevantes à gestão de uma edificação, através de tecnologias facilitadoras, como Redes de Sensores Sem Fio (RSSF), Tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID) e Realidade Aumentada. O estudo aponta que a etapa da edificação em que se identificou mais soluções BIM e IoT foi a de Operação e Manutenção, encontrando diversas aplicações específicas. Apresentou-se o uso do modelo BIM, em tempo real, para expor dados obtidos através de RSSF. Também identificou-se o uso do modelo BIM para rastreamento de ativos por meio de tecnologias de rastreamento e marcação, sendo a mais usual o RFID. Apontou-se ainda o uso da Realidade Aumentada para visualização de dados virtuais em um ambiente real, sendo um facilitador da atuação de diversos agentes envolvidos na manutenção de edificações.

Na análise das áreas identificadas têm-se que na primeira área— o uso de tecnologias em levantamento de edificações visando a modelagem BIM. O uso da fotografia 360 graus, configurou-se como uma forma de otimização do levantamento tradicional e do processo de elaboração manual do *as built* em modelagem BIM. Já o uso das tecnologias híbridas automatizam o levantamento, mas não automatizam a criação da modelagem BIM.

Na segunda área os trabalhos abordam o uso do BIM para manutenção de edificações. No contexto da Gestão de Facilidades, a incorporação do BIM gera impacto nas áreas de processo, sistema FM e na informação intercambiada, o que levou a criação de escalas de incorporação dos possíveis impactos de BIM. Neste mesmo contexto, o BIM traz vantagens como integração de sistemas e arquivos digitais. Já a integração entre BIM e IoT, apresenta-se como um facilitador na gestão de edifícios, principalmente se aplicados à manutenção predial.

Verifica-se que o BIM pode contribuir para a etapa de manutenção de edifícios, para novas edificações e mesmo para edificações existentes, sendo necessário neste caso a elaboração prévia de um *as built* BIM. Uma vez associado às novas tecnologias, maiores benefícios podem ser obtidos. Entretanto, uma aplicação mais efetiva do BIM demanda mudanças junto aos agentes atuantes na manutenção, bem como necessidade de integração junto às novas tecnologias.

5 CONCLUSÕES

Esse trabalho buscou identificar e analisar os artigos existentes na literatura nacional sobre o uso do BIM na manutenção de edifícios. Foi realizada uma RSL nos periódicos Ambiente Construído (AC), Revista Pesquisa em Arquitetura e Construção (PARC) e Revista Gestão & Projeto (G&P).

Uma classificação dos conteúdos mapeou duas áreas de utilização do BIM: modelagem para geração do projeto *as built* e para a Gestão da Manutenção. A primeira área se faz necessária considerando que o BIM não foi utilizado para edificações existentes sendo ele uma tecnologia nova. Por isso para que a maioria das edificações possa utilizar o BIM em sua manutenção é necessário primeiro passar por essa etapa. Nessa área tem-se o uso de novas tecnologias, como a fotografia 360 graus e tecnologias híbridas que otimizam o levantamento. Apesar disso a modelagem BIM é feita normalmente de forma manual e por isso apresenta falhas humanas inerentes, o que aponta a necessidade de utilizar ferramentas de automação ou semi-automatizadas para otimizar esta etapa.

Na área de Gestão da Manutenção, os trabalhos analisaram o BIM na manutenção de edificações voltados à Gestão de Facilidades (FM), favorecendo a integração de sistemas e arquivos digitais. No entanto, mesmo com todas as vantagens do uso do BIM, ainda se faz necessário melhorar o processo de armazenamento para comportar as informações geradas desde a fase de criação (MOREIRA; RUSHEL, 2015). Já a integração entre BIM e IoT não é incipiente, encontrando-se em pleno desenvolvimento. Ela demonstra grande potencial na etapa de uso e manutenção, apresentando diversas possibilidades de atuação, a fim de auxiliar a gestão de edifícios.

Assim, aliado aos benefícios obtidos algumas dificuldades ainda precisam ser vencidas para um uso mais efetivo do BIM na manutenção. Espera-se que o presente trabalho venha a contribuir para a discussão com relação ao uso do BIM na manutenção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Juiz de Fora pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674 - Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.
- CANUTO, C. L.; MOURA, L. R. DE; SALGADO, M. S. Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 7, n. 4, p. 252-264, dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v7i4.8647456>. Acesso em: 5 mar. 2020.
- CHEN *et al.* BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. **Automation in Construction**, v. 91, p. 15-30, jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007>. Acesso em: 4 mai. 2020
- DEZEN-KEMPTER, *et al.* ESCANEAMENTO 3D A LASER, FOTOGAMETRIA E MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO PARA GESTÃO E OPERAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 10, n. 2, p. 113-124, nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710>. Acesso em: 6 mar. 2020.

DRESCH, A; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR, J. A. V., **Design Science Research**. Springer International Publishing, 1. ed., 2015. E-book (176 p.).

EASTMAN *et al.* **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2008. E-book (490 p.). ISBN: 978-0-470-18528-5.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. **Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração**. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 23, n.1, p. 183-184, jan-mar 2014.

GENERAL SERVICES ADMINISTRATION (GSA). **GSA BIM Guide for Facility Management**. Version 1, U.S. Office of Design and Construction Public Buildings Service: Washington, 2011. E-book (82 p.).

GROSSKOPF, *et al.* A fotografia 360 graus como ferramenta de suporte à modelagem de "as built"; **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019021, mai. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653839>. Acesso em: 5 mar. 2020.

KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings. **Automation in Construction**, v. 21, p. 161-171, jan. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.05.023>. Acesso em: 5 mai. 2020.

LAVY, S.; JAWADEKAR, S. **A case study of using BIM and COBie for facility management**. (S. l.: s. n.), 2014. Disponível em: http://faculty.arch.tamu.edu/media/cms_page_media/2861/LavyJawadekar_2014.pdf. Acesso em: 01 de set. 2020.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C. Soluções integrando BIM e Internet das Coisas no ciclo de vida da edificação: uma revisão crítica. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 9, n. 3, p. 204-222, set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v9i3.8650216>. Acesso em: 5 mar. 2020.

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, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v6i4.863498>. Acesso em: 6 abr. 2020.

MOTAWA, I.; ALMARSHAD, A. A knowledge-based BIM system for building maintenance. **Automation in Construction**, v. 29, p. 173-182, jan. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.008>. Acesso em: 5 mai. 2020.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES - NIBIS. **NBIMS – National Building Information Modeling Standards. Version 1 - Part 1: overview, principles and methodologies**. Washington: NBIS, dez. 2007. E-book. (182 p.).

SANCHES, I. D. A. **Gestão da Manutenção em EHS**. 2010. 185 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-15072011-102558/publico/iara_sanches.pdf. Acesso em: 4 mai. 2020.

VANDELE, R; NICOLLE, C; CRUZ, C. IFC and building lifecycle management. **Automation in Construction**, v. 18, p. 70-78, dez. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.05.001>. Acesso em: 5 set. 2020.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings: Literature review and future needs. **Automation in Construction**, v. 38, p. 109-127, mar. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>. Acesso em: 5 mai. 2020.

WIGGINS, J. M. **Facilities Manager's Desk Reference**. United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2010. E-book (528 p.).

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, ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.04.006>. Acesso em 5 set. 2020.