

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ARQUITETURA E URBANISMO
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

EMANUELE DA SILVA REIS

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO DESENVOLVIMENTO DAS
FASES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2019

EMANUELE DA SILVA REIS

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO DESENVOLVIMENTO DAS
FASES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Digital e Tecnologia BIM, do Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná..

Orientador: Prof. Dr. Heverson Akira Tamashiro

CURITIBA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO DESENVOLVIMENTO DAS FASES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

por

EMANUELE DA SILVA REIS

Esta Monografia foi apresentada em 10 de setembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista em ENGENHARIA DIGITAL E TECNOLOGIA BIM**. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Heverson Akira Tamashiro
Prof. Orientador

Fábio Freire
Membro titular

Christine Laroca
Membro titular

RESUMO

REIS, Emanuele Da Silva. **Utilização da tecnologia BIM no desenvolvimento das fases de operação e manutenção das edificações.** 73 f. Monografia de Especialização. (Especialista em Engenharia Digital e Tecnologia BIM) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo – DEAAU. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

O desenvolvimento da implementação da Moldagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) ao longo das etapas do ciclo de vida das edificações, maximiza o fluxo de trabalho, bem como estimula o desenvolvimento contínuo dos projetos por diversas áreas. A Gestão de Facilidades (GF) ou *Facility Management* (FM), envolve em seu método a gestão de pessoas, processos e espaços, que podem ser auxiliados por sistemas de informação específicos. A incorporação da utilização do BIM na gestão de facilidades, possibilita o gerenciamento de informações, inserção de dados e participação ativa de gestores, desde as fases de concepção e execução até a fase de operação e manutenção da edificação, obtendo economia de tempo e redução de custos. A área de operação e manutenção dentro da gestão de facilidades é foco deste estudo. A metodologia utilizada propõe o estudo de quatro estudos desenvolvidos para implementação do BIM-FM em edificações existentes, juntamente com a elaboração de uma classificação para esses estudos, baseada no *Project Execution Plan*, disponível no guia BIM *Project Execution Planning Guide*.

Palavras-chave: Modelagem da informação da construção, BIM, gestão da manutenção, edificações existentes, operação e manutenção.

ABSTRACT

REIS, Emanuele Da Silva. **Use of BIM technology in the development of building operation and maintenance phases.** 73 f. Monografia de Especialização. (Especialista em Engenharia Digital e Tecnologia BIM) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo – DEAAU. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Developing the implementation of Building Information Modeling (BIM), along the life cycle stages of buildings, maximizes the workflow and promotes ongoing project development across a range of areas. The Facility Management (FM) involves in its method human resource, process and space management, which can be aided by specific information systems. Incorporating the use of BIM in facility management enables information management, data entry and active participation of managers, ranging from conception and execution phases to an operation and maintenance phase of the edification, saving time and reducing costs. The area of operation and maintenance within facility management is the focus of this study. The methodology adopted proposes the study of four studies developed to implement BIM-FM in existing edifications, along with an elaboration of a classification for these studies based on the Project Execution Plan, available in the BIM Project Execution Planning Guide.

Keywords: Building information modeling, BIM, maintenance management, existing buildings, operation and maintenance.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CARACTERIZAÇÃO DOS MODELOS <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	18
FIGURA 2: ESTÁGIOS DE UTILIZAÇÃO DO BIM.....	19
FIGURA 3: INTERAÇÕES BIM ENTRE E DENTRO DE CAMPOS - VISÃO COMBINADA.....	20
FIGURA 4: TROCA DE INFORMAÇÕES EM PLATAFORMA CAD E MODELOS COMPARTILHADOS OU FEDERADOS.....	23
FIGURA 5: REPRESENTAÇÃO DAS FASES DO CICLO DE VIDA DE UM EMPREENDIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	31
FIGURA 6: ELABORAÇÃO MODELO 3D/BIM ATRAVÉS DE LEVANTAMENTO POR NUVEM DE PONTOS.....	35
FIGURA 7: PROCESSOS DE CRIAÇÃO DE MODELOS BIM EM EDIFÍCIOS NOVOS OU EXISTENTES, COM SEUS REQUISITOS RELACIONADOS.	35
FIGURA 8: EXEMPLOS DE CLASSIFICAÇÃO OU COMPOSIÇÃO HIERÁRQUICA.....	37
FIGURA 9: ÁREAS DA GESTÃO DE FACILIDADES.....	40
FIGURA 10: PROJETO PARA MANUTENÇÃO (CONSIDERAÇÃO DE FATORES DE MANUTENÇÃO NA FASE DE PROJETO PARA FORNECER SUBSÍDIOS PARA PROJETO DA MANUTENÇÃO).	42
FIGURA 11: ESTRUTURA DE DADOS DOS REQUISITOS DE DADOS NÃO GEOMÉTRICOS.....	50
FIGURA 12: COMPARAÇÃO ENTRE DADOS ATUAIS SERVIÇO DE MANUTENÇÃO FLUI COM PROCESSOS BASEADOS EM BIM.....	54
FIGURA 13: VISUALIZAÇÃO 3D DE REMOVIDO (AZUL) E EXISTENTE (VERMELHO) ASBESTO E MODELO DE CONSTRUÇÃO.....	54
FIGURA 14: DADOS INCLUÍDOS NO MODELO.....	55
FIGURA 15: 7D BIM - DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA.....	56
FIGURA 16: FLUXOGRAMA METODOLÓGICO IDEALIZADOS POR SANTOS (2017).....	57
FIGURA 17: ALOCAÇÃO DE ATIVOS POR PAVIMENTO - SOFTWARE ARCHIBUS	61
FIGURA 18: INFORMAÇÃO DOS ATIVOS POR PAVIMENTO, EXPORTADOS PARA O EXCEL.....	61
FIGURA 19: MAPA ETAPA DE MANUTENÇÃO PROPOSTA PELO BIM PROJECT EXECUTION PLANNING GUIDE.....	64

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: CARACTERIZAÇÃO DOS MODELOS BUILDING INFORMATION MODELING – BIM.....	17
QUADRO 2: ETAPAS DO PLANO DE EXECUÇÃO DE PROJETO EM BIM.	63
QUADRO 3: PONTUAÇÃO PARA A CLASSIFICAÇÃO.	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: FORMATOS DE ENTRADA E SAÍDA ENTREGÁVEIS.....	25
TABELA 2: COMITÊS DE DOMÍNIO, 2006	26
TABELA 3: NÍVEIS DE LOD PUBLICADOS PELA AI	29
TABELA 4: USOS DO BIM, SEGUNDO SUCCAR, 2009	32
TABELA 5: OS 25 CASOS DE USOS BIM, LOCALIZADOS NAS GRANDES FASES DO CICLO DE VIDA DE UM EMPREENHIMENTO, PUBLICADOS PELA <i>PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY</i> EM 2009.....	33
TABELA 6: UTILIZAÇÃO BIM-FM E SEUS BENEFÍCIOS.....	45
TABELA 7: SÍNTESE DA METODOLOGIA, FARONI (2017).....	59
TABELA 8: CATEGORIAS PARA CLASSIFICAÇÃO E PONTUAÇÃO.	66
TABELA 9: CLASSIFICAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO, SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO DA TABELA 8.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided-Design</i>
CAFM	<i>Computer Aided Facilities Management</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CIS/2	<i>CIM Steel Integration Standarts</i>
CObie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management Systems</i>
COBIM	<i>Common BIM Requirements</i>
DXF	<i>Data eXchange Format</i>
DWG	<i>Drawing - standard AutoCAD drawing file format</i>
FM	<i>Facility Management</i>
GF	Gestão de Facilidades
IAI	<i>International Alliance for Interoperability</i>
IDM	<i>Information Delivery Manual</i>
IFC	<i>International Foundation Classes</i>
IFD	<i>International Framework for Dictionaries</i>
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LOD	<i>Level of Development</i>
NIBS	<i>National Institute of Building Sciences</i>
MEP	<i>Mechanical, Electrical and Plumbing</i>
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MVD	<i>Model View Definition</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>

RUCAPS	Sistema de Produção Assistida por Computador da Universidade de Riyadh
STEP	<i>Standard for the Exchange of Product Data</i>
UNICLASS	<i>Unified Classification for the Construction Industry</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1.	PROBLEMA.....	13
1.2.	HIPÓTESE	13
1.3.	JUSTIFICATIVA.....	13
1.4.	OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS.....	14
1.5.	METODOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTUDO	15
2.	REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO	16
2.1.	BUILDING INFORMATION MODELING – BIM.....	16
2.1.1.	DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS DO BIM.....	16
2.1.2.	CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	20
2.1.3.	OBJETOS PARAMÉTRICOS E RELAÇÕES DE PARAMETRIZAÇÃO	21
2.1.4.	CONCEITOS BÁSICOS SOBRE INTEROPERABILIDADE.....	23
2.1.5.	DIMENSÕES DOS MODELOS BIM	27
2.1.6.	NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO - LOD	28
2.1.7.	CICLO DE VIDA DOS EMPREENDIMENTOS.....	30
2.1.8.	BIM EM EDIFICAÇÕES EXISTENTES.....	34
2.1.9.	SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO DO EDIFÍCIO	36
2.2.	ABORDAGENS DA GESTÃO DE FACILIDADES (GF) OU <i>FACILITY MANAGEMENT</i> (FM)	39
2.2.1.	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO NA GESTÃO DE FACILIDADES - GF	41
2.2.2.	APLICAÇÕES DO BIM NA GESTÃO DE FACILIDADES - OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	44
2.2.3.	<i>SOFTWARES</i> BIM-FM	46
2.2.4.	BENEFÍCIOS E DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM-FM.....	49
2.2.5.	SISTEMAS DE GESTÃO DE FACILIDADES - GF.....	50
3.	ESTUDOS DE CASO	53
3.1.	METODOLOGIAS PARA A GESTÃO DE FACILIDADES COM O EMPREGO DO BIM.....	53
3.1.1.	MÉTODO DESENVOLVIDO POR KASSEM, <i>ET. AL</i> (2015)	53
3.1.2.	MÉTODO DESENVOLVIDO POR MCARTHUR (2015).....	54
3.1.1.	MÉTODO DESENVOLVIDO POR SANTOS (2017)	57
3.1.2.	MÉTODO DESENVOLVIDO POR FARONI (2017).....	58
4.	ANÁLISE.....	62
4.1.	METODOLOGIA	62
4.2.	RESULTADOS.....	65
5.	CONCLUSÃO	68
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

1. INTRODUÇÃO

A utilização de desenhos e gráficos no aporte ao armazenamento de informações projetuais na construção evoluiu gradualmente. O termo projeto pode ser definido como um conjunto de dados estruturados e necessários para a documentação de uma instalação ou edificação (CBIC, 2016). Em meados das décadas de 1960 e 1970, emergiram aplicativos de computador, capazes de auxiliar na documentação desses projetos, convertendo todas as informações para a esfera digital e substituindo as pranchetas e mesas de luz. Entretanto, o processo de projeto, implementação e gestão uma obra ou instalação continuaria fragmentado.

A ideia da modelagem na indústria da construção é tão antiga quanto os sistemas CAD¹. O primeiro sistema de projeto digital, o *Sketchpad*, foi criado no ano de 1963 pelo pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology* - MIT, Ivan Sutherland. O editor gráfico desenvolvido foi um marco para a informática (HARRIS, 2010). A modelagem de sólidos 3D para representação de edifícios foi desenvolvida no final da década de 1970 e início dos anos de 1980. Os sistemas CAD, como o RUCAPS² - Sonata³, GDS⁴ e outros sistemas se desenvolveram e tornaram-se funcionalmente poderosos, entretanto, aspectos de produção de desenhos e relatórios não era bem desenvolvidos. “O projeto de objetos 3D também era muito estranho conceitualmente para a maior parte dos projetistas, que ficavam mais confortáveis projetando em 2D”. (EASTMAN, *et. al.*, 2014, p. 27)

Com a evolução acelerada e maiores complexidades nos elementos empregados nos edifícios, Gingerich, em 1973, destacou que uma solução para essa situação seria a adoção de abordagens mais eficientes para os computadores. Dessa forma, o autor apresentou um protótipo de sistema que pudesse trabalhar entre duas interfaces: uma bidimensional - onde os elementos eram inseridos - e outra tridimensional - onde poderiam ser visualizados e modificados -. As interfaces eram integradas e se atualizavam automaticamente após as modificações de projeto (GINGERICH, 1973 *apud* AYRES, 2009). Entretanto, “enquanto muitas indústrias desenvolveram ferramentas de análise integradas e modelagem paramétrica

¹ Sigla inglesa CAD (*Computer-Aided Design*): tecnologia para design e documentação técnica que substitui o desenho manual por um processo automatizado.

² O RUCAPS (Sistema de Produção Assistida por Computador da Universidade de Riyadh) foi um sistema de desenho assistido CAD, desenvolvido durante as décadas de 1970 e 1980.

³ Sonata (*Building Design Software*): foi um aplicativo de software de projeto de construção 3D desenvolvido no início da década de 1980 e considerado o precursor dos aplicativos atuais de modelagem de informações de construção.

⁴ GDS (*Graphic Data System*): foi um aplicativo de software de sistemas gráficos baseados em minicomputadores voltado para os mercados de design cartográfico e eletrônico, mecânico e arquitetônico, lançado em 1971, pela empresa Calma Company.

baseada em objetos (sendo o conceito básico de BIM), o setor de construção confinou por algum tempo ao design 2D tradicional. ” (VOLK, *et al.* 2014, p. 02)

Similarmente ao que ocorreu com os *softwares*, devido complexidade das instalações e edificações, a partir da década de 1960, houve o surgimento de um profissional, o “gerente de facilidades” ou “*facility manager*”. Este profissional possibilitou um melhor controle do gerenciamento espacial, da redução de recursos e da busca por maiores desempenhos - humano, social, econômico e ambiental - nos empreendimentos. Atualmente e cada vez mais, a complexidade dos empreendimentos, demandam sistemas e recursos integrados que possam facilitar a troca de informações. (FARONI, 2017)

O desempenho das edificações frente a exposição das condições ambientais e a irregular gestão de operação e manutenção, ocasionam desgastes e anomalias indesejadas. Devido a isso, as atividades realizadas dentro dos ambientes edificados demandam desde necessidades básicas até reformas, reconstruções. Para corresponder a demanda, atualmente, o setor AEC, está investigando opções que incorporem sistemas automatizados e eficientes, que programados promovam a redução de custos operacionais.

A utilização do BIM, por diversas vezes concentra-se nas fases de planejamento, projeto e construção. Entretanto, segundo Volk., *et.al.* (2014) atualmente com as mudanças de visões em relação às construções e ao ciclo de vida dos edifícios, encontram-se relevantes considerações para as fases de manutenção, reforma, desconstrução e fim de vida, em especial de estruturas complexas.

Os *softwares* de representação tridimensional estabelecem relações com a possibilidade de visualização dos projetos em meio a definições de superfícies complexas. Todavia, um modelo de construção totalmente baseado em BIM pode dar suporte a múltiplas disciplinas dentro de um projeto. Em termos de desempenho e eficiência, os principais subsistemas e componentes, terão níveis de exatidão mais nítidos em todo o contexto de conceituação, planejamento, projetos, construção e operação.

A utilização de *Facility Management* ou Gestão de Facilidades, busca coordenar o ambiente construído, dando suporte às diversas atividades de operação e manutenção, garantindo o funcionamento ininterrupto das mesmas. A modelagem da informação no setor da construção deve ser um recurso integrado e colaborativo, onde todas as partes evoluem ao longo de todo o processo. “Com o BIM, um projeto complexo envolvendo muitos profissionais e muitas tecnologias pode ser facilmente gerenciado, pois o BIM facilita o processo colaborativo.” (ARAÚJO. *et al.* 2011, p. 751)

A partir de cada objeto paramétrico do modelo BIM e das informações inseridas nele, é possível que a equipe gestora formule o projeto de manutenção, onde há referência a operação e manutenção de cada elemento da edificação. (ARAÚJO. *et al.*, 2011). Desse modo, haverá um fluxo de informações, atualizadas e precisas, que potencializaram as decisões em cada etapa.

1.1. PROBLEMA

A etapa pós-obra, é a etapa que consome mais recursos e está propensa a maiores equívocos, devido a falhas no processo da gestão de operação e manutenção.

1.2. HIPÓTESE

A tecnologia BIM dispõe de recursos benéficos durante o desenvolvimento e ciclo de vida das edificações. Dessa forma, como a ferramenta BIM poderia auxiliar para a minoração/extinção dos equívocos realizados na Gestão de Facilidades, na área de operação e manutenção.

1.3. JUSTIFICATIVA

O fluxo de trabalho no setor da construção civil muitas vezes está restringido ao mero controle de contratos e entregas de desenhos. Segundo Manzione (2013), a gestão e o planejamento de processos na AEC exploram recursos limitados, frente às complexidades de informações existentes nos projetos. Habitualmente convencionado a um padrão sem exato controle de projeto, o setor desconsidera grande parte do fluxo de informações e elabora projetos desintegrados e com tempo de desenvolvimento prolongado.

Segundo Eastman *et al.* (2014), a comunicação associada ao papel durante a fase de projeto inclui tempo considerável e custos requeridos para gerar informações críticas para avaliações de propostas de projetos, estimativas de custos, análises energéticas, detalhes estruturais e todas as informações relevantes ao processo, dessa forma, o intercâmbio de informações prevalece tardio e ocasiona custos imprevistos, atrasos, entre outros contratemplos.

O gerenciamento dos processos de operação e manutenção das edificações, através dos modelos BIM como “*As-Built*”, caracterizam também aspectos sustentáveis, uma vez que, é possível determinar elementos com defeitos, identificar as possíveis causas, sendo ainda possível propor análises de desempenho, durabilidade e manutenção desses materiais. (WONG & ZHOU, 2015; BECERIK-GERBER *et al.*, 2012)

O mercado da construção civil tem função essencial na economia mundial. Com o crescimento dos centros urbanos e com as recentes perspectivas de cidade, o setor dos profissionais da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), têm com maior frequência projetos complexos e desafiadores. Assim sendo, apoiar-se em instrumentos inovadores, pode ser uma decisão correta na investigação de soluções que promovam, integrem e adicionem informações as diversas áreas do processo.

Acompanhar a inovação tecnológica, traz à gestão dos processos um suporte inerente às informações disponibilizadas durante a construção e mesmo durante o ciclo de vida dos empreendimentos, resultando em ganhos econômicos e qualitativos. Os empreendimentos devem ser projetados, construídos e mantidos em concordância com as normas de desempenho e durabilidade ao longo de sua vida útil.

Atualmente, com raras exceções, os custos com operação e manutenção são considerados na fase inicial do projeto e por consequência não são adotados sistemas voltados para a gestão da manutenção, o que compromete o desempenho do edifício. Algumas ocorrências decorrentes dos processos manuais são: falhas em relação ao planejamento dos projetos, falhas na elaboração dos projetos - escolha de materiais, incompatibilização, sistemas construtivos -, falhas com a mão-de-obra, retrabalhos, atrasos, custos fora dos previsto.

A Plataforma BIM (*Building Information Modeling*) apresenta um novo modelo de trabalho, um novo processo de gerenciamento de informações. O método dispõe de muitas potencialidades em sua aplicação, pois considera uma abordagem mais completa, sendo possível a detecção de conflitos entre as diversas disciplinas ainda na fase de projeto, otimização dos custos e prazos de execução, realização de análises energéticas e planejamento para as fases de operação e manutenção. A implementação da nova tecnologia determina mudanças de hábitos e uma nova relação com os processos construtivos. O aprimoramento dos processos, antes manuais, pode significar maior eficiência na gestão.

1.4. OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICOS

Identificar os métodos e explorar as oportunidades da utilização do BIM para a gestão de Facilidades, com ênfase nas etapas de operação e manutenção.

- (i) Compreender os conceitos relacionados a tecnologia BIM e a Gestão de Facilidades e como eles podem ser aplicados nas etapas de operação e manutenção;
- (ii) Identificar os benefícios e desafios da inserção da tecnologia BIM para a Gestão de Facilidades;

- (iii) Explorar metodologias BIM-FM existentes e seus recursos, de sistemas e softwares atuais;
- (iv) Esclarecer como o BIM pode ser uma tecnologia fundamental para a operação e manutenção dos edifícios.

1.5. METODOLOGIA E ESTRUTURA DO ESTUDO

A metodologia utilizada neste estudo, contempla etapas de revisão bibliográfica, estudos de caso, análises e resultados a respeito do tema proposto. Dessa forma, o primeiro capítulo foi desenvolvido com base em aspectos fundamentais do BIM, justificando sua inserção na Gestão Facilidades e sua importância para os profissionais da Arquitetura, Engenharia, Construção e Gestão de Facilidades.

O segundo capítulo tem enfoque na abordagem de conceitos, através da exploração de referencial bibliográfico sobre o tema. Sendo dividido em duas partes: na primeira fundamentação teórica, com definições e características voltadas para a tecnologia BIM; e na segunda, fundamentação teórica com definições e características inerentes à Gestão de Facilidades, com elucidação para sua aplicação na estrutura BIM-FM.

O terceiro capítulo foi desenvolvido, com base em estudos de metodologias elaboradas por quatro autores, que visionavam em suas pesquisas o objetivo da implementação do BIM na fase de operação e manutenção das edificações.

Uma vez desenvolvido o estudo das metodologias propostas com a utilização do BIM-FM, no quarto capítulo foi possível a utilização das mesmas para uma classificação de incorporação e alcance dos objetivos. Essa classificação foi elaborada baseado no *Project Execution Plan*, disponível no guia *BIM Project Execution Planning Guide* (2011). O penúltimo e o último capítulo deste estudo seguem com os resultados da análise e considerações finais da proposta.

2. REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

Conforme o objetivo e como aporte para o desenvolvimento desta monografia, verificou-se a necessidade da revisão de diversos conceitos, abrangendo o assunto o mais amplamente possível, construindo um referencial para a pesquisa. A princípio serão revisados conceitos básicos, características do *Building Information Modeling - BIM*, os conceitos de interoperabilidade e colaboração e as diferentes visões dos processos, visualizando os limites da aplicabilidade da nova tecnologia. No segundo tópico estarão presentes os conceitos e terminologias relacionados à Gestão de Facilidades, junto a implementação do BIM na área.

2.1. BUILDING INFORMATION MODELING – BIM

2.1.1. Definições e características do BIM

Building Information Modeling (BIM) pode ser traduzido para o português como Modelagem da Informação da Construção e os modelos digitais BIM - compartilhados, integrados e interoperáveis - são denominados *Building Information Models* (UNDERWOOD & ISIKDAG, 2010). Do mesmo modo, o termo BIM pode ser definido como um conjunto de políticas, processos e tecnologias que combinados, geram uma metodologia para gerenciar os processos de projeto de uma edificação ou instalação, ensaiar seus desempenhos e gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais por todo o seu ciclo de vida. (CBIC, 2016)

Eastman *et al.* (2014, p.13), define BIM como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Os autores ainda definem os modelos de construção em BIM por quatro particularidades: contém componentes de construção (objetos) que podem ter atributos associados e regras de parametrização, contém componentes para análises de processos como quantificações, especificações e análises energéticas, contém dados consistentes e não redundantes e por fim, contém dados coordenados de modo que o modelo seja representado de maneira organizada.

Devido aos grandes benefícios e economias nos recursos disponíveis, o setor AEC, nas últimas décadas alavancou seus interesses na utilização do Building Information Modeling BIM (VOLK, *et al.*, 2014). A modelagem resulta na elaboração de um modelo virtual que dispõe de uma gama de informações a respeito de uma edificação e/ou instalação, permitindo o acesso à todas as disciplinas. As informações da construção serão associadas ao modelo e os quantitativos estarão diretamente relacionados ao projeto. (PADILHA, 2017)

O *National Institute of Building Sciences* - NIBS (2007) utiliza um método para representar o BIM que o subdivide em três níveis: BIM como um produto, este torna-se um modelo da edificação; BIM como ferramenta, referindo-se às aplicações que interpretam os modelos da edificação e lhes agregam informações e representações; BIM como um processo, pelo desenvolvimento de atividades durante todo o ciclo de vida da edificação. (PENTILLÄ, et. al. 2007; OTI & TIZANI, 2015)

Segundo Underwood & Isikdag (2010), o BIM pode ser definido como:

O processo de gerenciamento de informações ao longo do ciclo de vida de um edifício (da concepção à demolição) que se concentra principalmente em permitir e facilitar a forma integrada de fluxo e entrega de projetos, pelo uso colaborativo de modelos de construção digital 3D semanticamente ricos em todas as etapas do projeto e construção de ciclo de vida. (UNDERWOOD & ISIKDAG, 2010, p.xxxii.)

Como mencionado anteriormente o *Building Information Modeling* - modelo BIM é o modelo de informações predial. Portanto, também pode ser definido como um processo que facilita e permite o gerenciamento de informações. Underwood & Isikdag (2010), definem alguns atributos que podem delinear as características principais desses modelos.

Orientado a objeto: são definidos em uma natureza orientada a objetos.

Rico em dados/abrangente: abrangem e mantêm todas as características físicas / funcionais e estados dos elementos de construção.

Tridimensional: representam sempre a geometria do edifício em três dimensões.

Relacionado espacial: possuem relações espaciais entre os elementos de construção são mantidas de uma maneira hierárquica.

Rico em semânticas: mantêm uma grande quantidade de informações semânticas (funcionais) sobre os elementos de construção.

Modelos suportam a geração de visualizações: as vistas do modelo são subconjuntos ou que podem ser geradas a partir do modelo de informação base.

Quadro 1: Caracterização dos modelos Building Information Modeling – BIM
Fonte: UNDERWOOD; ISIKDAG, (2010). Adaptado pela autora (2019)

O *Building Information Models* conforme o âmbito em que será utilizado pode desempenhar diversas funções, como:

- Um *Space Linker*, que associa informações macro e micro de espaços urbanos;
- Um *Enabler* de Interoperabilidade, que facilita o compartilhamento de informações entre as diversas disciplinas e aplicativos de software;

- Um *Data Store*, que armazena as informações de construção durante todo o ciclo de vida de um edifício;
- Um *Procurement Facilitador* que facilita várias tarefas relacionadas a aquisições no ciclo de vida do edifício, uma colaboração;
- Um Apoiador ao permitir o uso e gerenciamento de informações de construção compartilhada em tempo real;
- Um *Process Simulator*, facilitando a simulação de processos de construção;
- Um Integrador de Sistemas, que permite a integração de vários sistemas de informação em toda a indústria;
- Um Servidor que pode servir informações de construção sob demanda em tempo real pela internet;
- Um *Green Builder* que permite análises avançadas que suportam o design e a construção de ambientes amigáveis/energia, edifícios eficientes.

Similarmente aos autores Underwood & Isikdag (2010), Succar (2009) define as características dos *Building Information Model*, ilustrado na Figura 1. Para ele, os modelos têm como principal propriedade à inserção de objetos “inteligentes”, que representam a realidade de elementos físicos, presentes nas construções, como portas, janelas, pilares, entre outros. Estes objetos inteligentes - paramétricos - são condicionados a um conteúdo de metadados em seus atributos, diferentemente do que ocorre com os objetos de entidades CAD.

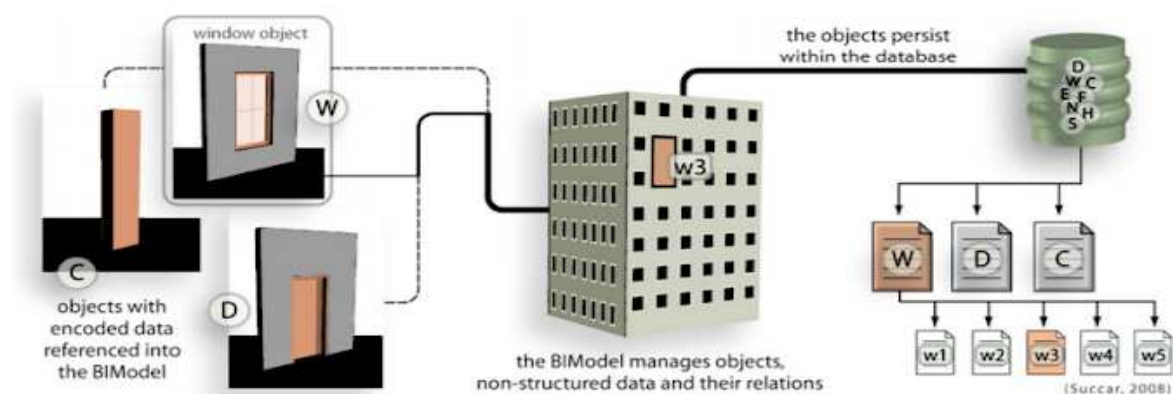


Figura 1: Caracterização dos modelos *Building Information Modeling*
 Fonte: SUCCAR, 2009

Para Succar (2009), o processo de maturação do BIM dentro do setor da Arquitetura, Engenharia, Construção (AEC), representa uma série de desafios que necessitam ser abordados.

Deste modo, o autor identifica níveis de maturidade para a implementação da tecnologia (Figura 2) distribuindo-os em: um ponto antes da implementação do BIM - o PRÉ-BIM -, três pontos fixos de maturação - *Modelling, Collaboration and Integration* e último ponto como o IPD, que representa os avanços que a tecnologia poderá emergir. A mudança de processos na gestão de projetos dos novos empreendimentos é um desafio, pois exige projetos integrados (IPD) e maiores conhecimentos técnicos. Já para a implementação do BIM em edifícios existem outros potenciais desafios. (VOLK, *et al.* 2014)



Figura 2: Estágios de Utilização do BIM
Fonte: Succar (2009). Adaptado pela autora (2019)

De acordo com KOWALTOWSK, *et. al.* (2011), o entendimento do BIM como uma ferramenta de trabalho, por diversas vezes e erroneamente, é associado por profissionais ou

vendedores de software aos aplicativos de mercado. Para os autores, o BIM é uma ferramenta que abrange o processo de projeto, à construção e o acompanhamento do ciclo de vida do edifício, fundamentados na coordenação, na interoperabilidade e no reuso de informações.

As informações elaboradas a partir de uma base de dados sólida, podem alimentar de forma colaborativa uma equipe de profissionais, acarretando um maior nível de confiabilidade em relação às informações e o desenvolvimento do projeto, ou seja, as decisões em relação aos projetos poderão ocorrer de forma mais assertiva. O modelo BIM, além de fornecer informações precisas, também pode aumentar a quantidade das mesmas tanto quanto necessário. (CAMPESTRINI, 2015)

2.1.2. Considerações em relação a implementação do BIM

Ao ampliarmos a discussão em relação a implementação do BIM, devemos questionar a mudança de cultura que o novo processo impõe ao setor AEC. Segundo Succar (2009), a implantação efetiva do BIM, dependente de três interações fundamentais: a política, a tecnologia e os processos (Figura 3)

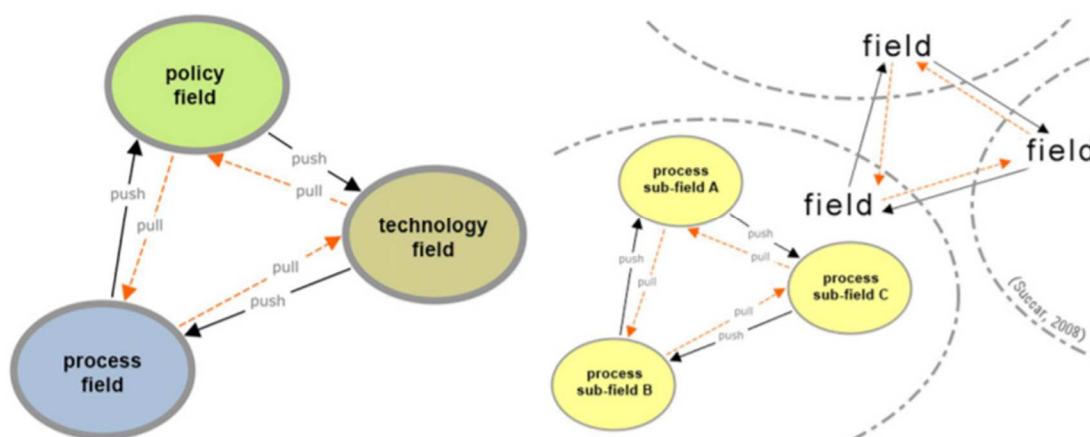


Figura 3: Interações BIM entre e dentro de Campos - visão combinada.
Fonte: Succar 2009.

As interações entre política, processos e tecnologia devem estar sempre articuladas. O campo de interação das políticas, envolve os princípios do BIM, ou seja, regras para às tomadas de decisões, podem ser citados: regulamentos, diretrizes, padronizações. Os processos são descritos como gestão e ordenação das atividades com fluxos de trabalho, é preciso ter o processo claramente definição para à elaboração de uma estrutura de ação. No campo da tecnologia, está presente a aplicação de conhecimento prático específico, onde podem ser

incluídos os equipamentos, *hardware*, *software*, sistemas de design, entre outros. (SUCCAR, 2009)

Independente do aporte de melhorias que o BIM resulta, em termos de eficiência da gestão de informações, capacidade de simulações que possibilitam antever problemas e melhorias no processo colaborativo nos projetos, a sua adoção ainda está pouco difundida. Em termos práticos, a indústria da AEC até o momento utiliza de processos que requerem associações temporárias de equipes, dessa forma, sem a clareza quanto às responsabilidades e os benefícios do uso do BIM, o setor sente-se inibido para a nova tecnologia. (MANZIONE, 2013)

Implementar a tecnologia BIM em uma organização determina além da substituição completa do CAD 2D ou 3D, um aprimoramento (treinamento) dos profissionais dos setores envolvidos, aquisições de *softwares* e atualizações de *hardwares*, como exposto anteriormente por Succar. A característica fundamental para que a transição CAD-BIM seja executada de forma efetiva é a organização e o profundo entendimento do processo junto a um plano de ações coordenadas.

Para Nascimento, *et. al.* (2002), os profissionais da AEC são os mais resistentes quanto ao assunto de avanços tecnológicos, e progridem lentamente. Entretanto, não só os profissionais são fatores que influenciam na dinâmica da implementação do BIM, outros fatores citados pelos autores, também são consideradas como barreiras quanto à tecnologia da informação: os processos, as empresas e o setor AEC, e por fim, a própria tecnologia. Em relação aos profissionais, o nível de detalhamento e conhecimento específico de projeto-construção, está além do exigido para os aplicativos CAD; nos processos, a grande dificuldade dirige-se a ausência de renovação de sistemas de gestão e de gerenciamento de tarefas; nas empresas e no setor AEC, destaca-se o baixo investimento em TI se comparado a outros setores, e por ser se tratar de um setor muito amplo, diversificado e fragmentado qualquer mudança tem pouco impacto de difusão; a tecnologia exerce uma barreira em relação aos custos com *hardware* e *software*.

2.1.3. Objetos paramétricos e relações de parametrização

As relações de parametrização e objetos paramétricos são essenciais para a compreensão do processo, desenvolvimento e utilização do BIM. A modelagem paramétrica baseada em objetos teve sua origem em meados da década de 1980. Segundo EASTMAN, *et al.* (2014), todas as instâncias que tem sua forma ou propriedade definidas e controladas por parâmetros

de diversos níveis - conjunto, subconjunto e objeto individual - podem ser consideradas paramétricas.

Os parâmetros presentes em todas as famílias e objetos, podem ser divididos em duas categorias: parâmetros que armazenam características sobre a forma dos elementos - dimensões, posição - e parâmetros que armazenam características funcionais dos elementos - materiais, especificações, preços, fabricante, entre outros. (AYRES, 2009)

Em referência aos projetos, a utilização da parametrização ocorre por intermédio da definição de famílias ou classes de elementos, que contém os parâmetros pelos quais as instâncias serão geradas. Os projetistas podem modificar os objetos, enquanto as regras verificam e atualizam detalhes que os mantêm dentro das especificações básicas estabelecidas. (EASTMAN *et al.* 2014). Segundo Eastman, *et al.* (2014) os objetos paramétricos têm as seguintes características:

- São definidos por formas geométricas, associadas a dados e regras e sua geometria é integrada;
- As modificações nas regras paramétricas podem ser visualizadas automaticamente pela geometria associada;
- Os objetos podem ser definidos por níveis de agregação, bem como por componentes a eles relacionados;
- Os objetos podem ter conexão com uma variedade de atributos e propriedades a eles associados;
- Os projetistas podem a qualquer momento criar ou desenvolver objetos paramétricos, atribuir parâmetros de atributos e propriedades, elaborando bibliotecas de objetos.

Em geral, a maioria das famílias, permite a inclusão de “condições” em seus parâmetros e atributos. Por consequência, é imprescindível que o projetista tenha conhecimentos técnicos para avaliar e impor essas condições, dentro dos diferentes contextos em que as instâncias serão inseridas. Os casos mais propícios as utilizações das “condições” são nos projetos estruturais, hidráulicos, entre outros.

Segundo EASTMAN *et al.*, 2014:

Um edifício é um objeto montado, definido dentro de um sistema BIM. Uma configuração de modelo de construção é definida pelo usuário como uma estrutura paramétrica dimensionalmente controlada, usando grades, níveis de pavimentos e outros planos de referência globais. Alternativamente, estes podem ser simples planos de pavimento, linhas de centro das paredes ou uma combinação deles. Em conjunto com suas instâncias de objetos embutidas e informações paramétricas, a configuração do modelo define uma instância do edifício. (EASTMAN *et al.*, 2014, p. 33)

Os objetos paramétricos também são considerados “inteligentes”, uma vez que, além de conterem atributos e parâmetros, também são capazes de conter informações importantes de suas relações com outros objetos e componentes do modelo. Na prática, por exemplo, uma janela só pode ser inserida no modelo em uma família de parede associada, ou seja, caso seja alterado algum parâmetro da família, automaticamente a janela irá se ajustar às modificações. (CBIC, 2017).

2.1.4. Conceitos básicos sobre interoperabilidade

Primeiramente, para o desenvolvimento deste tópico são necessários esclarecimentos sobre alguns conceitos relacionados aos modelos BIM e a interoperabilidade entre aplicativos sendo:

Formato Nativo: termo que designa para formato ou extensão no qual será salvo o arquivo original do projeto. Dessa forma, o formato nativo ou proprietário é lido especificamente pelo software nativo que o gerou ou por conjunto de softwares do mesmo desenvolvedor.

Modelo Compartilhado ou Federado: termo utilizado para designar um arquivo composto por diversos modelos BIM de disciplinas distintas ou não, com base de dados integradas entre si, atualizado automaticamente a cada alteração dos modelos que o compõe. A ilustração da esquerda demonstra o processo tradicional de trocas de informações entre várias disciplinas, comumente utilizado no processo em CAD. A ilustração da direita demonstra o estabelecimento de um modelo compartilhado (ou federado), que é utilizado para a troca de informações entre as diferentes disciplinas. (Figura 4)

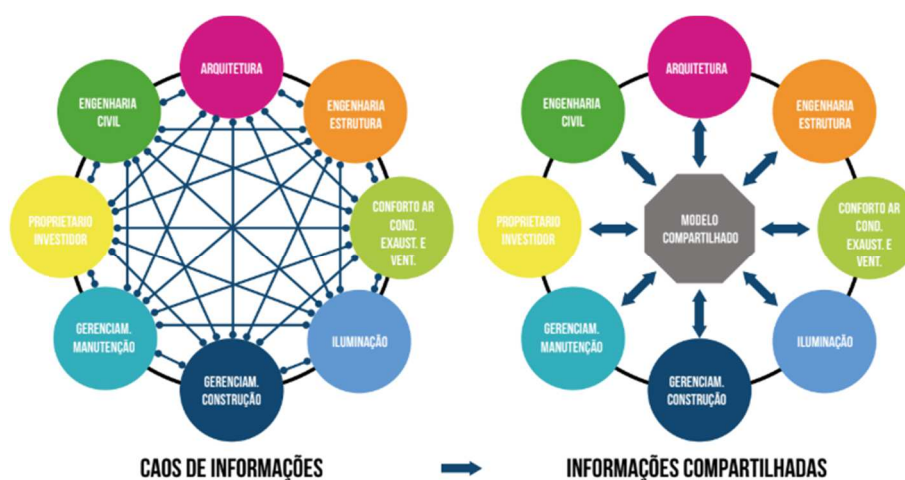


Figura 4: Troca de informações em plataforma CAD e Modelos compartilhados ou federados. Fonte: CBIC, 2017.

BIM Collaboration Format (BCF): termo utilizado para formato de arquivo que busca solucionar problemas de má comunicação entre colaboradores, permitindo o envio de relatórios com imagens vinculadas ao modelo.

O processo construtivo de uma edificação, requer uma equipe de profissionais de diversas especialidades e atuantes em *softwares* específicos para suas áreas. Os aplicativos que atuam com o sistema BIM, dificilmente poderiam realizar todas as etapas de desenvolvimento do projeto, dado as especificidades de cada etapa. Portanto, para que a indústria AEC possa usufruir dos benefícios, há a necessidade de troca/compartilhamento de informações entre os diferentes agentes envolvidos. (MANZIONE, 2013)

Padilha (2017) corrobora Manzione (2013) e afirma que, as maiores divergências na execução de projetos do setor da construção civil, estão relacionadas a colaboração limitada entre projetistas envolvidos no processo, uma vez que, o método utilizado por grande parte, admite que os projetos arquitetônicos e complementares sejam elaborados separadamente e os conflitos sejam detectados exclusivamente na fase de compatibilização.

Segundo Kowaltowski, *et. al.* (2011), a interoperabilidade é a capacidade de identificação de dados, que necessitam ser transmitidos para outros aplicativos de software, eliminando-se a réplica de dados gerados. Entretanto, dentro da indústria AEC atualmente, existem resistências quanto ao uso dessa interoperabilidade. Os autores exemplificam que, empresas desenvolvedoras de aplicativos não tem tanto interesse no desenvolvimento da interoperabilidade, posto que, articulam para os profissionais utilizarem apenas o pacote de software de seu desenvolvedor.

A interoperabilidade é capaz de identificar e transmitir dados entre *softwares* da área, eliminando a necessidade de se replicar entradas de dados que já foram criadas, facilitando os fluxos de gestão, projeto e automação entre aplicativos de *software*.

Conceitualmente, os *softwares* BIM permitem a realização de troca de dados de intercâmbio. Existem quatro caminhos para que o fluxo de informações ocorra. De acordo com as extensões, têm-se: por intermédio de ligação direta (GDL, MDL); por intermédio de formatos proprietários (IFC, CIS/2), por intermédio de formatos de troca de arquivos (DXF, 3DS) e por fim, por intermédio de formatos baseados em *eXtensible Markup Language* (XML, gbXML). Os principais formatos de troca de informações de domínio público atualmente são o IFC e CIS/2⁵.

⁵ Formato desenvolvido para uso em projetos e na fabricação de estruturas em aço.

Considerando os modelos de intercâmbio, a Tabela 1 ilustra os formatos de entrada e saída de entregáveis⁶, que permitem a troca de dados entre os softwares mais utilizados no mercado atualmente. Esse cenário pressupõe uma frequência de uploads e downloads em servidores de hospedagem. (ADDOR, *et. al.* 2015)

Tabela 1: Formatos de entrada e saída entregáveis.

		Formato de Entrada							
Software		Revit	Navis Works	Design Review	Tekla	ARCHICAD	Autocad	AECOSim	Solibri
Formato de Saída	Revit		NWC	DWF	IFC	IFC	DWG	DWG	IFC
	Navisworks			DWF					NWC
	Design Review		DWF			DWF	DWF		
	Tekla	IFC	IFC			IFC	DWG		
	ARCHICAD	IFC	NWC	DWF	IFC		DWG	DWG	SMC
	Autocad	DWG	DWG	DWF	DWG	DWG		DWG	
	AECOSim	RVT	IFC	DWF	IFC	IFC	DWG		IFC
	Solibri					SMC			

Fonte: ADDOR, *et. al.*, (2015)

2.1.4.1. IFC, IFD, IDM/ MVD

Em meados da década de 1990, foi criado e liderado pela Autodesk um consórcio de 12 empresas⁷ do setor AEC/FM⁸, com a finalidade de aprimorar o processo de troca de informações entre os diferentes softwares do conjunto de classes C++⁹, utilizados no mercado. (MANZIONE, 2013). Esse consórcio inicialmente foi conhecido como *Industry Alliance for Interoperability*. Em 1997, com o ingresso de novos membros, teve seu nome modificado para *International Alliance for Interoperability - IAI*. Em 2006, o consórcio contava com empresas de 19 países e seus membros detinham o direito de participar dos Comitês de Domínio (Tabela 2) que correspondiam aos seus interesses. E em 2008, a organização passou a denominar-se *buildingSMART*.

⁶ Denominação utilizada para designar os resultados/documento/arquivos gerados por processos dos modelos BIM.

⁷ Outras empresas participantes: ARCHIBUS, AT&T, Carrier Corporation, Hellmuth, Obata & Kassabaum, Honeywell, Jaros Baum & Bolles, Lawrence Berkeley Laboratory, Primavera Systems, Softdesk, Timberline Software Corp e Tishman Research Corp.

⁸ AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção/FM - Facility Management

⁹ Linguagem de programação compilada multi-paradigma e de uso geral.

AR:	Arquitetura	ES:	Estimativa de Custos
BS:	Serviços de Construção	PM:	Gerenciamento de Projetos
CM:	Construção	FM:	Gerenciamento de Instalações
	CM 1 - Logística de Aproveitamento	SI:	Simulação
	CM 2 - Construções Temporárias	ST:	Engenharia Estrutural
CS:	Códigos e padrões	XM:	Transversal aos domínios

Tabela 2: Comitês de Domínio, 2006

Fonte: Eastman, *et al.* (2014). Adaptado pela autora (2019)

Para que se obtenha a interoperabilidade de forma íntegra, é indispensável a implementação de um padrão de protocolo internacional para troca de dados. Atualmente, a *buildingSMART* se empenha no desenvolvimento de padrões abertos, denominados *openBIM*, com três conceitos combinados: do IFC (*Industry Foundation Classes*), do IFD (*International Framework for Dictionaries*) e do IDM/MVD (*International Delivery Manual/Model View Definition*) e na evolução do setor. (*buildingSMART*, 2012)

- IFC (*Industry Foundation Classes*) ISO 16739: modelo de dados que define como trocar ou compartilhar informações de um edifício.
- IFD (*International Framework for Dictionaries*) ISO 12006-3: dicionário de dados que define qual informação do edifício será trocada e compartilhada.
- IDM/MVD (*International Delivery Manual/Model View Definition*) ISO 29481: manual de informações que trata definições de processos de troca, especificando quais e quando as informações serão trocadas.

O IFC é um formato, que permite a troca e o compartilhamento de dados de modelos BIM, entre softwares desenvolvidos por diversos fornecedores, portanto para se examinar tais dados, não é necessária a utilização dos softwares nativos, onde o arquivo foi gerado. Deste modo, o IFC insere-se em um arquivo para tradução de dados, em formato “não proprietário”, disponibilizado para definições de modelos BIM na AEC. A *buildingSMART* (2012d) define IFC como uma descrição padronizada da indústria de ativos incorporados:

É um padrão internacional aberto (ISO 16739-1: 2018) que promove capacidades neutras de fornecedor, ou agnósticas e utilizáveis em uma ampla gama de dispositivos de hardware, plataformas de software e interfaces para muitos casos de uso diferentes. (*Building SMART*, 2012d)

O IFC foi definido tecnicamente por especificações da norma ISO 10303 11 (1994), a *Standard for the Exchange of Product Data* (STEP), formulada para modelagem e troca de dados, utilizada em vários domínios como na indústria de design e engenharia mecânica. A STEP foi precursora do IFC, visto que, os envolvidos na sua criação, posteriormente estiveram na do formato IFC. (STELL, *et al.* 2012; PENTILLÄ, *et. al.*, 2007)

A padronização do padrão aberto IFC é extensível, abrange múltiplas disciplinas durante o processo de projeto de uma edificação e ou instalação. Segundo Manzione (2013), todos esses softwares possuem suas estruturas internas de dados no “formato proprietário”, ou seja, não podem compartilhar suas informações entre si, a menos que exista um tradutor para isso.

De todos os formatos do *OpenBIM*, o IFC provavelmente é o mais utilizado, mesmo ainda em desenvolvimento. Sua complexidade de dados aumenta a cada versão, com aperfeiçoamentos baseados na informação comportada e na otimização das várias funcionalidades já suportadas pelo formato. (ALMEIDA, 2015)

2.1.5. Dimensões dos modelos BIM

Os modelos BIM podem ser classificados quanto às suas esferas de informações. Segundo Masotti (2014), os modelos BIM podem ser descritos por suas “camadas de informações”, denominadas como dimensões. Campestrini (2015), descreve as dimensões dos modelos como referências de programação e retirada de informações, ou seja, como o modelo está programado e os tipos de informações que poderão ser retiradas dele.

De acordo com a análise de Campestrini (2015), é possível classificar um modelo BIM em até seis principais dimensões:

- **2D (gráfico):** Refere-se às duas dimensões do plano bidimensional, onde são apresentados os projetos em plantas;
- **3D (modelo):** Refere-se à adição de uma dimensão espacial, tornado o plano tridimensional, onde é possível a visualização de perspectivas de projetos, objetos, peças. No modelo BIM, a dimensão 3D, possui atributos e parametrização, o que a torna funcional como uma edificação virtual e não meramente ilustrativa.
- **4D (planejamento):** Refere-se à adição de uma dimensão de tempo ao modelo, onde é possível definir quanto cada elemento será comprado, armazenado, preparado, instalado, utilizado. Organiza também a disposição do canteiro de obras, a manutenção e movimentação das equipes, os equipamentos utilizados e outros aspectos que estão cronologicamente relacionados.

- **5D (orçamento):** Refere-se à adição de uma dimensão de custo ao modelo, determinando quanto cada parte da obra vai custar, a alocação de recursos a cada fase do projeto e seu impacto no orçamento e as curvas ABC¹⁰.
- **6D (gestão de facilidades):** Refere-se à adição da dimensão de gestão e operação da manutenção ao modelo. Esta dimensão recebe informações como: validade dos materiais, ciclos de manutenção, consumo de energia elétrica e água e prevê a adição de dados COBie¹¹.

O modelo BIM 6D, pode ser considerado como a modelagem do “*as-built*”, que além das informações de projeto especificadas em plantas, possui também manuais de manutenção, dados de garantia, manuais de fabricante, entre outros. Segundo Coelho (2017), esse banco de dados relacionado a operação e manutenção de edificações, pode ser acessado por intermédio de softwares de CAFM (*Computer Aided- Facilities Management*).

Quanto maior a quantidade de informações inseridas no modelo, maiores serão suas dimensões, tornando as tomadas de decisões mais complexas, porém assertivas. O mais importante ao se programar modelos BIM em diversas dimensões, é conseguir utilizá-los como tal, para isso é preciso uma equipe colaborativa variando a cada dimensão do modelo e alimentando-o com mais informações a cada etapa do processo, pois o modelo BIM tem o seu valor agregado não pela modelagem e sim pelas informações a ele relacionadas.

2.1.6. Nível de desenvolvimento - LOD

O conceito de LOD utilizado no processo BIM, foi inicialmente interpretado como “nível de detalhamento” (*Level Of Detail*). Entretanto, com o aprimoramento e ampliação deste conceito, o termo utilizado e mais citado atualmente é “nível de desenvolvimento” (*Level Of Development*). A referência mais comum para diferenciação dos níveis desse conceito são as representações gráficas.

O nível de desenvolvimento empregado no projeto abordará questões de comunicação e/ou colaboração entre as partes envolvidas, em suma, os sistemas construtivos e componentes evoluem de formas conceituais a um modelo completo e preciso, em informações e geometria. Portanto, o LOD atua como uma referência de confiabilidade do modelo repassado, onde é

¹⁰ Ferramenta gerencial capaz de classificar informações ao separar os itens de maior importância ou impacto no projeto.

¹¹ Formato de dados para publicação de um subconjunto de informações do modelo, focado no fornecimento de informações de construção não geométrica.



possível se verificar a etapa em que o projeto ou a construção se encontram, de tal forma que, os usuários possam compreender a clareza dos limites dos modelos que estão recebendo.

O LOD tem como principal objetivo desempenhar a função de referencial de modelo de projeto, como dito anteriormente, de modo que as equipes possam também especificar os documentos entregáveis em BIM, definindo claramente sua etapa e transmitindo a confiabilidade entre profissionais, de modo que, o profissional consecutivo no fluxo de trabalho possa confiar nas informações incorporadas pelo profissional predecessor. (ADDOR, *et. al.* 2015).

A padronização dos modelos, com a utilização de LODs, amplia o entendimento dos conceitos e etapas do projeto e/ou construção, logo, é impossível relacionar os seus níveis ao ciclo de vida da edificação. No

Tabela 3: Níveis de LOD publicados pela AI, estão ilustrados os níveis de desenvolvimento LOD 100 a 500 aplicados pelo então *American Institute of Architects - AIA* e ilustrados no GUIA Asbea (2015). Neste estudo teremos que o enfoque para a fase pós-obra, ou seja, para a realização da gestão da manutenção e da operação, sendo indispensável um modelo com parâmetros e atributos a nível de LOD 500, que se equipara ao “*as built*” de uma edificação ou instalação, em que se alcança o nível final de um desenvolvimento que representa um projeto como ele de fato deve ser construído.

Tabela 3: Níveis de LOD publicados pela AI

LOD 100	CARACTERÍSTICAS	ETAPA PROJETO OU CONSTRUÇÃO
	<p>Equivale ao Projeto Conceitual.</p> <p>O modelo consistirá das massas totais das edificações</p>	<p>Análises: das edificações completas (Volumes, orientações, custos por metro quadrado, etc.) Estimativas de custos: baseadas em taxas médias e valores históricos de empreendimentos assemelhados Planejamento: definição de fases e duração total</p>
LOD 200	CARACTERÍSTICAS	ETAPA PROJETO OU CONSTRUÇÃO
	<p>Similar ao projeto esquemático. O modelo consistirá de sistemas genéricos ou montagens com quantidades aproximadas, tamanhos, forma, localização e orientação.</p>	<p>Análises: de sistemas específicos, pela aplicação de critérios genéricos de desempenho. Estimativas de custos: volumes e quantidades de tipos de elementos. Planejamento: definição da ordem de construção, aparência dos principais elementos e sistemas, na escala do tempo.</p>

LOD 300	CARACTERÍSTICAS	ETAPA PROJETO OU CONSTRUÇÃO
	<p>Os elementos do modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação. Informações não geométricas podem ser relacionadas aos objetos.</p>	<p>Construção: O modelo servirá para a geração dos documentos tradicionais para a construção e a contratação. Análises: As análises podem ser realizadas para elementos e sistemas detalhados. Estimativas de custos: Podem ser realizadas com base em dados específicos fornecidos e técnicas conceituais. Planejamento: Ordenação da construção, aparência de elementos e sistemas detalhados.</p>
LOD 400	CARACTERÍSTICAS	ETAPA PROJETO OU CONSTRUÇÃO
	<p>Os elementos do Modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação, e incluirão informações completas e detalhadas sobre fabricação e montagens. Informações não-geométricas podem ser relacionadas aos objetos.</p>	<p>Construção: Os elementos do modelo são representações virtuais dos elementos especificados. Análises: O desempenho do modelo pode ser analisado e aprovado para sistemas específicos com base em elementos especificados. Estimativas de custos: Custos são baseados no custo de venda atualizado de elementos específicos. Planejamento: Ordenação da construção, aparência de elementos e sistemas detalhados, incluindo métodos e sistemas construtivos.</p>
LOD 500	CARACTERÍSTICAS	ETAPA PROJETO OU CONSTRUÇÃO
	<p>Equivale ao <i>As-built</i>. O nível final de desenvolvimento que representa o projeto como ele foi realmente construído.</p>	<p>O modelo servirá para a gestão da manutenção e da operação da edificação ou instalação.</p>

Fonte: American Institute of Architects – AIA e Guia Asbea - vol. II, (2015). Adaptado pela autora (2019)

2.1.7. Ciclo de vida dos empreendimentos

Um aspecto fundamental da utilização do BIM, é a sua aplicabilidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento - da sua concepção, aos seus projetos, construção ou instalação, pós-obra, operação e manutenção, demolição -, logo, trata-se de um processo abrangente, o que inúmeras vezes dificulta sua implementação, pois também implica que os envolvidos tenham

pleno conhecimento dos processos operacionais. A ilustração dos ciclos de vida dos empreendimentos na Figura 5, demonstra as possibilidades de sequenciamento dessas fases, podendo sofrer alterações, pois trata-se de uma representação genérica dos processos.



Figura 5: Representação das fases do ciclo de vida de um empreendimento da construção civil
Fonte: CBIC, 2016.

Correlacionados ao ciclo de vida dos empreendimentos estão as estimativas de custos e os orçamentos. Em geral as estimativas de custo estão norteadas por estudos de verificação de viabilidade e complementados por análises de riscos. Detectada a viabilidade do empreendimento, a próxima fase é o desenvolvimento dos projetos e suas especificações, com o a possibilidade de elaboração do detalhamento do orçamento executivo. Neste instante, o empreendedor obtém a sua primeira estimativa de custos em relação a manutenção do seu edifício ou instalação, pois todos os sistemas e seus principais componentes já estão descritos no projeto. Os custos reais despendidos para a fase de operação e manutenção, serão de fato conhecidos apenas na realização da mesma. (EASTMAN, *et. al.*, 2014)

A cada etapa do processo BIM no empreendimento, serão desenvolvidos diversos modelos BIM, auxiliando na compreensão de cada etapa e documentando o trabalho colaborativo. Em uma situação ideal, as etapas posteriores conseguem aproveitar e dar continuidade aos procedimentos exercidos nas etapas anteriores. Como visto anteriormente, Underwood & Isikdag (2010), apresentaram diversos usos para os modelos BIM, em uma análise diversa, Succar (2009) também apresenta as utilizações do BIM, classificando-o para a cada fase especificadas, como projeto, construção, operação e otimização de processos. (Tabela 4)

Tabela 4: Usos do BIM, segundo Succar, 2009

PROJETO	Visualização	<ul style="list-style-type: none"> Projetos com visualização 3D Controle do ciclo de revisões Documentação e detalhamento Escaneamento de edifícios com raio laser Fotogrametria Representação realística Realidade virtual Realidade aumentada
	Análise	<ul style="list-style-type: none"> Verificação de requisitos e normas Estimativa de custos Análises estruturais Simulações de fogo e fumaça Análises de luminotécnica Levantamentos de quantitativos Análises de implantação do terreno Estudos de radiação solar Coordenação espacial e análise de interferências Análises de sustentabilidade Análises energéticas Análises térmicas Estudos de impactos do vento
CONSTRUÇÃO	Execução	<ul style="list-style-type: none"> Construtibilidade Construção virtual Segurança do trabalho Especificações da construção Projetos de sistemas construtivos Tecnologias móveis para uso no canteiro Planejamento e controle da população Licitações e contratações
	Pré-Fabricação	<ul style="list-style-type: none"> Estruturas metálicas Estruturas de pré-moldados
	Aquisição	<ul style="list-style-type: none"> Coordenação de suprimentos Preparação de pacotes de compras
OPERAÇÃO	Gerenciamento	<ul style="list-style-type: none"> Rastreamento de Ativos Manutenção de Ativos Monitoramento de ativos por GPS Gerenciamento de espaços Gerenciamento de reformas
	Simulação	<ul style="list-style-type: none"> Gestão dos sistemas Planejamento para situações de emergência Análises do consumo energético Rastreamento da ocupação

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS

Lean Construction

Gestão da cadeia de suprimentos
Gestão do conhecimento
Análises de valor
Melhoria do processo de comunicação

Fonte: Adaptado de Succar, 2009 *apud* Manzoni (2013). Adaptado pela autora (2019)

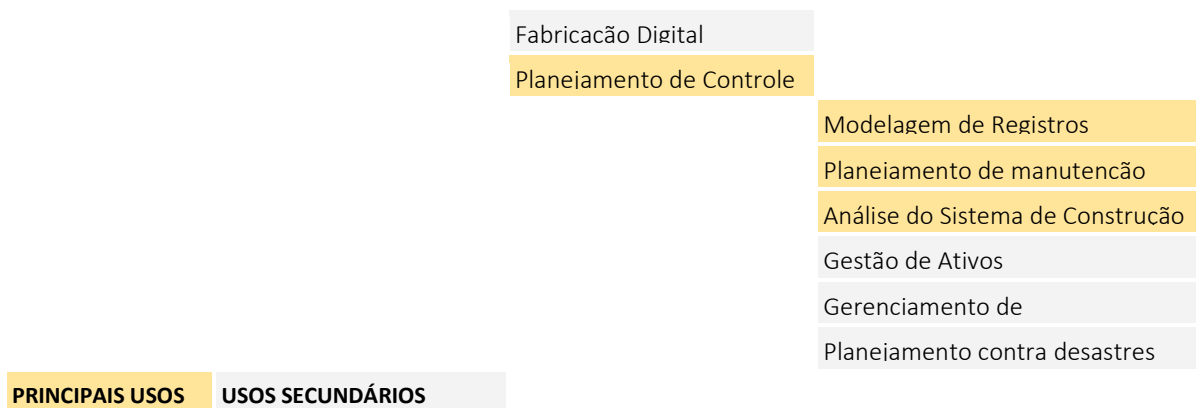
Nos modelos BIM, podem ser incluídos e simulados diversos recursos e equipamentos que viabilizem da melhor maneira o processo construtivo. Especificamente, os modelos BIM desenvolvidos como base de dados para a gestão da fase de operação e manutenção, devem atender a adoção da entrega de informações no formato de interoperabilidade FM, o COBie.

Nos Estados Unidos, um estudo publicado pela *Pennsylvania State University*, identificou 25 casos diferentes da utilização do BIM, segundo informações fornecidas pelas empresas americanas do setor AEC. (KREIDER, *et al.*, 2009). O resultado da pesquisa está ilustrado na

Tabela 5, onde a modelagem das condições existentes e as estimativas de custo são amplamente utilizadas e permeiam todo o processo, em seguida temos o planejamento do processo e os demais temas encaixados em suas respectivas etapas. Na fase de operação temos modelagem de registros, planejamento de manutenção e análise de sistema de construção como os assuntos mais abordados.

Tabela 5: Os 25 casos de usos BIM, localizados nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento, publicados pela *Pennsylvania State University* em 2009.

PLANEJAMENTO	PROJETO	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO
Modelagem de condições existentes			
Estimativa de Custos			
Planejamento			
Programação			
Análises Locais			
	Revisão de Projetos		
	Design Autoral		
	Análise Estrutural		
	Análise Luminotécnica		
	Análise Energética		
	Análise Mecânica		
	Análise de outros		
	Avaliação LEED		
	Validação de Códigos		
		Coordenação Espacial 3D	
		Planejamento de Utilização	
		Projeto de Sistema de	



Fonte: KREIDER, et al., 2009. Adaptado pela autora (2019)

2.1.8. BIM em edificações existentes

Grande parte das edificações existentes, não possui o domínio das informações necessárias para sua operação e manutenção, em virtude de desatualizações nos sistemas e registro de informações incompletas ou fragmentadas (BECERIK-GERBER *et. al.*, 2012). A diferença na gestão de edificações novas ou edificações existentes com os modelos BIM, está norteada pela mudança de processo no seu desenvolvimento. Segundo Kehl, *et. al.* (2011), a ausência de um fluxo estruturado para as informações sobre o projeto, dificulta a análise dos profissionais envolvidos. Dessa forma, é também fundamental que os dados disponibilizados estejam em formatos digitais, compatíveis entre si e interligados a interoperabilidade

A implementação do BIM em edifícios existentes sustenta desafios relacionados à ausência de informações e carência de documentação - de partes construídas posteriormente -, que resultam em um gerenciamento de projeto ineficaz e prejudicam ações como modificações, *retrofits* e desconstrução. (CHO, *et. al.* 2015; VOLK, *et. al.* (2014)

Na particularidade de edificações existentes estão presentes os edifícios históricos. A tecnologia BIM opera nessas construções com os modelos *Historical Building Information Modeling* - HBIM. As especificidades culturais, históricas e sociais demandam por intervenções de manutenção e restauração apropriadas (BIAGINI, *et. al.* 2016 *apud* SANTOS, 2017). De acordo com Kehl, *et. al.* (2011), os modelos HBIM tem como principal desafio o nível de detalhamento a ser alcançado e dificultado por suas características históricas, dessa forma, os autores sugerem que os modelos sejam elaborados inicialmente sem exatidão nos detalhes e posteriormente refinados, à medida que se faça necessário.

Segundo Cho, *et. al.* (2015), há a possibilidade de criação de nuvens de pontos para a captura de dados do estado atual de edificações existentes. Essa técnica permite o

reconhecimento do seu envoltório, reconhecendo portas, paredes, telhados, entre outros e é mais utilizada em construções históricas. Os dois métodos mais utilizados para as nuvens de pontos, são: o escaneamento a laser e fotogrametria. Contudo, a nuvem de pontos para a criação de modelos 3D é trabalhosa e necessita de *softwares* desenvolvidos especialmente para acelerar esse processo: Autodesk Plant 3D, o Leica CloudWorx, o Intergraph Smart 3D for Plants e o Kubit PointSense Plant.



Figura 6: Elaboração modelo 3D/BIM através de levantamento por nuvem de pontos.
Fonte: Arquivo Retrô Projetos, 2016.

A Figura 7, ilustra o diagnóstico do processo de criação de implementação do BIM em edifícios novos e existentes. No caso de edificação nova, são propostas várias etapas de desenvolvimento do modelo e no caso de edificação existente, dependendo das informações disponíveis, pode-se atualizar um modelo preexistente ou iniciar um novo modelo. (VOLK, *et. al.* 2014).

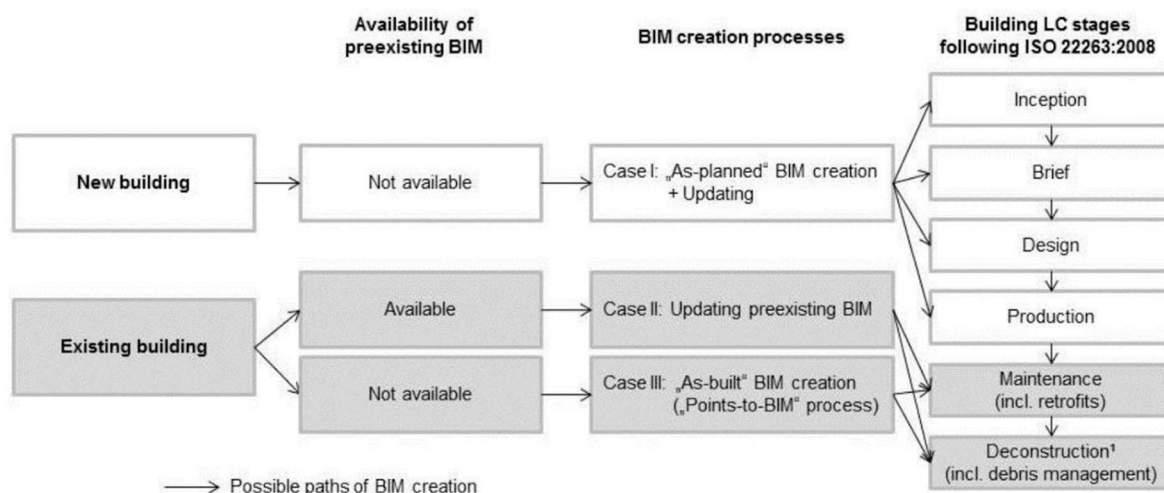


Figura 7: Processos de criação de modelos BIM em edifícios novos ou existentes, com seus requisitos relacionados.
Fonte: VOLK, *et. al.* (2014)

A utilização da tecnologia BIM, não fica restrita ao processo de projeto e construção, mas estende-se como apoio a gestão de facilidades, com a operação e a manutenção das edificações e para esses casos são necessários modelos “*as-built*” do empreendimento no qual será implantado. (KEHL, *et. al.*, 2011)

2.1.9. Sistemas de classificação da informação do edifício

Na descrição de todo espaço construído ocorre uma enorme variedade de informações, que devem ser inseridas, trocadas, modificadas. Essas informações referem-se aos diversos elementos construtivos presentes no contexto dos projetos e são compartilhadas através dos sistemas de comunicação e/ou aplicativos de projeto ou gerenciamento. O setor AEC possui uma cadeia horizontal e muito variada, o que torna uma grande dificuldade a padronização, uma vez que cada membro define seus próprios códigos de referência para seus produtos/elementos. (ABDI, 2017)

De acordo com a ABDI (2017), um sistema de classificação pretende evitar ou diminuir erros na gestão de projeto, como perdas recorrentes de troca de dados e/ou interpretações dúbias. Amorim (2011) discorre que um sistema de classificação possibilita que todos os processos da AEC e do BIM estejam alinhados, facilitando a interoperabilidade. Portanto, segundo o autor esses sistemas propõem ordenar de forma hierárquica o modelo em estudo, dividindo-o em classes e agrupando-os de forma coerente proporcionando melhor entendimento.

Neste universo, com a necessidade em se padronizar as informações, surgem sistemas de classificação como a *UniFormat*, a *OmniClass*,¹² a *MasterFormat* (Estados Unidos e Canadá), a *Unifield Classification for the Construction Industry* (Uniclass - Grã-Bretanha) e a *Electronic Product Information Cooperation* (EPIC), adaptando-se principalmente a realidade de países da América do Norte e Europa. (MANZIONE, 2013; LIMA, *et. al.* 2018).

As normas estabelecidas e já publicadas a respeito do desenvolvimento do BIM nacionalmente são:

- **ABNT NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação — Organização de informação da construção** - Parte 2: Estrutura para classificação de informação, uma

¹² Nesta monografia em virtude do foco de estudo, será detalhado mais o sistema de classificação *OmniClass*, os demais foram apenas referenciados.

tradução da ISO 12006-2. No exterior já foi publicada a ISO 12006-6:2015, ainda não traduzida para o português.

- **ABNT NBR 15965 - Sistema de classificação da informação da construção**, com Parte 1: Terminologia e estrutura; Parte 2: Características dos objetos da construção; Parte 3: Processos da construção e Parte 7: Informação da construção.

2.1.9.1.OmniClass

A *OmniClass* trata de um sistema de classificação para o setor AEC, muito utilizada em todo o ciclo de vida da instalação, com o objetivo de organizar, classificar, recuperar as informações baseadas em bancos de dados relacionados e padronizar as trocas de dados digitais. (OMNICLASS). Neste sistema, há a possibilidade de se organizar e classificar objetos de biblioteca, informações de projeto e produtos. A *OmniClass* segue a estrutura internacional do Relatório Técnico 1777 do ano de 1994, documento que foi posteriormente estabelecido como padrão na ISO-12006-2:2001, traduzida para o português como a norma ABNT NBR ISO 12006-2:2010, já mencionada.

Este sistema de classificação, também incorpora outros sistemas existentes atualmente. Utiliza como base algumas tabelas da *MasterFormat*, classificação de elementos e sistemas do edifício da *UniFormat* e o EPIC para os produtos. (LIMA, *et. al.* 2018; MANZIONE, 2013)

A norma ISO 12006-2 tem como fundamento o princípio de que o setor da construção civil utiliza de recursos para determinar seus resultados, dessa forma, tem como enfoque os principais processos vinculados a eles: o *pré-design* (vinculado a etapa de inepção), *design* (vinculado a etapa de concepção ou projeto), a produção (vinculado aos processos de construção) e a manutenção (vinculado a etapa de operação e gestão dos ativos). (ABDI, 2017). O esquema geral das classes e seus relacionamentos estão ilustrados na Figura 8.

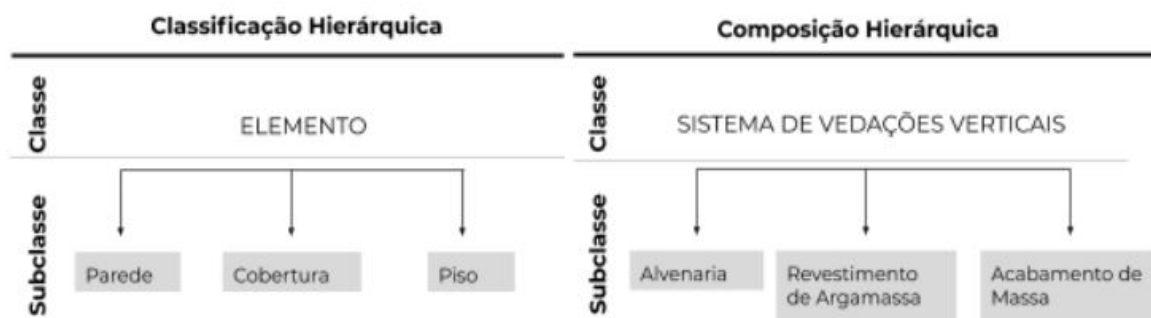


Figura 8: Exemplos de Classificação ou composição hierárquica
Fonte: GDP *apud* ABDI, 2017. Adaptado pela autora (2019)

A classificação dos sistemas de construção permite diferentes visões e gestão dos ativos do projeto, isso facilita nos usos múltiplos dos processos, da concepção até o uso e operação.

2.1.9.2.NBR 15965

O conjunto da norma ISO 12.006-2 e os parâmetros da *OmniClass* foram adotados como estudo pela ABNT, no setor da CEE-134 - Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, com a finalidade de se estabelecer um sistema de classificação, adequado à realidade nacional em correspondência com o internacional. (ABDI, 2017) A fim de, adequar-se ao contexto brasileiro, foi desenvolvida a primeira norma técnica BIM Brasileira, a NBR 15965. Esta norma, quando completa, terá 13 tabelas, cada uma contendo uma “classe” com objetos e conceitos de características semelhantes. As partes que compõe a norma são:

- Parte 1: Terminologia e classificação, publicada em 2011;
- Parte 2: Características dos objetos da construção (Tabelas 0M - Materiais e 0P - Propriedades), publicada em 2012;
- Parte 3: Processos da construção (Tabelas 1F – Fases, 1S – Serviços e 1D – Disciplinas), publicada em 2014;
- Parte 4: Recursos da construção (Tabelas 2N – Funções organizacionais, 2Q – Equipamentos e 2C – Componentes);
- Parte 5: Resultados da construção (Tabelas 3E – Elementos e 3R – Resultados da Construção);
- Parte 6: Unidades da construção (Tabelas 4U – Unidades e 4A – Espaços), cujo texto já foi aprovado pela CEE-134, mas ainda não foi publicado;
- Parte 7: Informação da construção (Tabela 5I – Informação), publicada em 2015.

2.2. ABORDAGENS DA GESTÃO DE FACILIDADES (GF) OU *FACILITY MANAGEMENT* (FM)

De acordo com Wiggins (2010), a origem da Gestão de Facilidades ou *Facility Management* - (FM), pode ser atribuída ao início do século XX e seu desenvolvimento com maiores proporções a partir da década de 1960, especificamente nos EUA. Entretanto, somente na década de 1980, que o termo obteve maior destaque, em decorrência do amplo crescimento da indústria de serviços e do gerenciamento de propriedades por meio do FM.

Com o objetivo de estabelecer as atividades dos profissionais da GF, surgiu o *Facility Management Institute* (FMI) e anos depois, para suprir a necessidade de parte do setor de se dissociar de questões corporativas, foi criada a *National Facility Management Association* (NFMA), com sede nos EUA. Em 1982, a NFMA se tornou a IFMA (*International Facility Management Association*) (FARONI, 2015). Atualmente, a IFMA possui 24.000 membros em mais de 100 países.

A *International Organization for Standardization* (IFMA) define *Facility Management* como um procedimento de integração entre pessoas, lugares e processos, no âmbito do ambiente construído, objetivo de melhoria da produtividade. As áreas de abrangência do *Facility Management*, podem ser interpretadas como: gestão de espaços, gestão administrativa, gestão de manutenção, gestão dos serviços de arquitetura e engenharia, gestão da segurança e do planejamento. (TEICHOLZ, 2001 *apud* FARONI, 2015)

O setor da Arquitetura, Engenharia, Construção – AEC, juntamente com as áreas de Gestão de Facilidades ou “*Facility Management*” – FM e Desconstrução, são gradativamente motivados por diversos fatores – escassez de recursos, desafios de sustentabilidade, legislações - ao gerenciamento dos recursos disponíveis de maneira mais eficiente. (VOLK, *et al.*, 2014; AKBARNEZHAD, *et.al.*, 2014)

O interesse da indústria da construção na Gestão de Facilidades é compreendido pela intensa aderência de informações que proporcionam a operação e manutenção da construção (VOLK, *et al.*, 2014). Essas funcionalidades, potencializam a existência edifícios mais limpos, seguros, eficientes, com economias de recursos disponíveis, uma vez que, é possível optar por sistemas construtivos mais assertivos. “O ideal da gestão de facilidades é a constante busca por redução de custos operacionais e de manutenção buscando a eficiência dos serviços e diminuição de riscos e fracassos.” (TELES, 2015, p. 03)

Teicholz (2001 *apud* Faroni, 2015), descreve que o profissional completo de *Facility Management* deve ser um especialista multidisciplinar, com conhecimentos em engenharias, arquitetura, contabilidade, finanças e gestão. Desse modo, garantirá a funcionalidade, o conforto, a segurança e a eficiência do ambiente construído de forma harmoniosa. (IFMA, 2019).

Em 2014, Kiviniemi & Codinhoto durante sua pesquisa sobre a implementação do BIM-FM no seu estudo de caso, os autores identificaram e organizaram a Gestão de Facilidades em diversas subdivisões (Figura 9) que facilitariam o monitoramento de indicadores de desempenho. Importante o destaque para a função de Tecnologia da Informação (TI), que aparece ilustrada como apoio à todas as outras categorias.



Figura 9: Áreas da gestão de facilidades.

Fonte: Kiviniemi & Codinhoto (2014). Adaptado pela autora (2019)

A gestão de facilidades constrói uma cadeia de disciplinas relacionadas, que juntas formam um conjunto de ações, de responsabilidades dos gestores, sendo os mesmos estão aptos a atuar nas frentes de planejamento, orçamentação, planejamento, orçamentação, gestão do espaço, planejamento de interiores, planejamento de instalações, serviços de arquitetura e engenharia, manutenção de edifícios e operações.

Uma das características operacionais da Gestão de facilidades, é a gestão de ativos. Os ativos constituem-se de toda a estrutura física presente no edifício, como os diversos sistemas instalados, os espaços, equipamentos, entre outros. Todos esses elementos devem ser operados de forma eficiente para que se prolongue o ciclo de vida da edificação e instalações. O BIM na gestão de ativos, proporciona para esta também a determinação de custos com base nos valores dos ativos, nas manutenções, etc. (CIC, 2011)

2.2.1. Operação e Manutenção na Gestão de Facilidades - GF

O início da etapa pós-obra é marcado pela entrega das chaves do empreendimento/edificação/instalação aos proprietários. Neste momento, inicia-se um novo ciclo de vida, a fase de utilização, operação e manutenção, a construção cumprirá seu objetivo final, cumprindo as demandas previstas em seu projeto. Sabe-se que os longos ciclos de vida das edificações, demandam habilidades na escolha de recursos e materiais, por esse motivo a gestão do gerenciamento de operação e manutenção torna-se fundamental. (VOLK, *et al.*, 2014; HAMMOND, *et al.*, 2014).

A norma ABNT NBR 14037 (1998), define a fase de operação como o conjunto de atividades que deverão ser executadas para controlar o perfeito funcionamento das instalações e equipamentos, já a manutenção de edificações é definida como um conjunto de atividades realizadas para atender as necessidades e segurança dos usuários, de forma a conservar e recuperar, se for o caso, a capacidade funcional do empreendimento. (ABNT NBR 5674, 1999)

Preservar o edifício é o objetivo principal da gestão da operação e manutenção. A fase da manutenção se inicia junto a operação, desse modo Wiggins (2010) cita algumas finalidades da manutenção: manter o uso adequado da edificação, fornece ambientes seguros, manter o valor da edificação, prevenção de acidentes por deterioração ou defeitos da construção e instalações, prolongar a vida útil da edificação, entre outros.

Os proprietários, principalmente, focam seus orçamentos nos iniciais de construção. Entretanto, os custos com operação e manutenção de um edifício durante sua vida útil¹³, podem ser maiores, caso não sejam pensados aspectos importantes nas fases anteriores. (BECERIK-GERBER, *et al.*, 2012).

¹³ Intervalo de tempo ao longo do qual a edificação e suas partes constituintes atendem aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas, obedecidos os planos de operação, uso e manutenção previstos. (ABNT NBR 5674:1999)

Para Rodas, 2015 na etapa de manutenção das edificações, deve se exigir um Plano/Projeto de Manutenção, cuja importância é constatada no momento da utilização do edifício. A dinâmica da manutenibilidade deve estar presente em todo o processo de projeto. Na figura x, está ilustrada essa dinâmica, onde em todas as fases são necessários processos de análises, tomadas de decisões e validações, para que as fases predecessoras estejam atinjam a eficiência desejada na FM. (SANCHES, 2008)

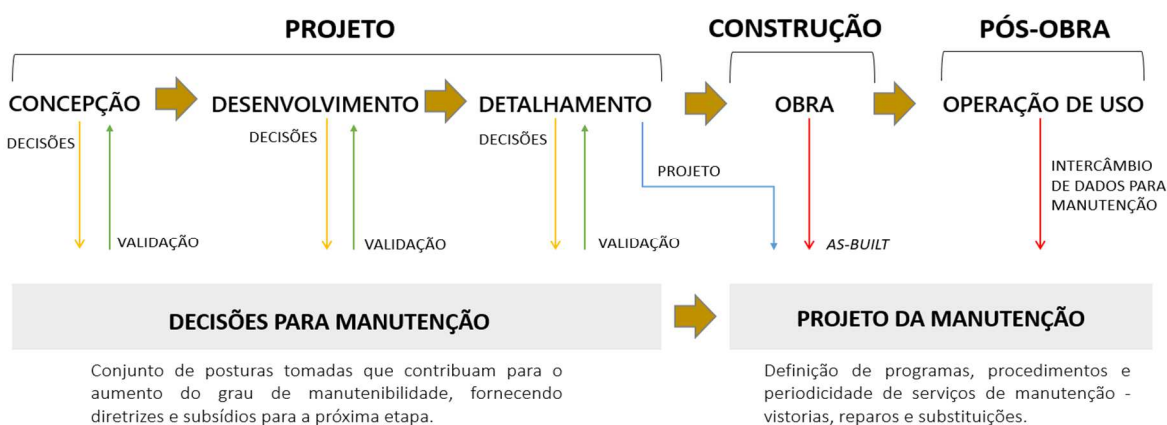


Figura 10: Projeto para Manutenção (consideração de fatores de manutenção na fase de projeto para fornecer subsídios para Projeto da Manutenção).

Fonte: SANCHES, 2008. Adaptado pela autora (2019)

Um dos aspectos importantes da gestão da manutenção, versa sobre a gestão do espaço, que está diretamente relacionada ao custo das instalações. Uma gestão eficiente prevê áreas subutilizadas, o planejamento correto dos espaços, reformas, expansões e remodelações. (IBRAHIM, *et al*, 2011).

Akcamete, *et. al.* (2011) ressalta que o custo com as fases de operações e manutenção, fase mais longínqua do ciclo de vida da edificação, corresponde a aproximadamente 60% do custo total da obra. Dessa forma, os autores defendem a necessidade de se apoiar em uma manutenção planejada (preventiva, preditiva ou manutenção centralizada), ao invés de apenas se reagir aos erros com a manutenção corretiva.

Contudo, para a que a Gestão de Facilidades, na área da operação e manutenção do edifício ocorra de forma eficiente, é necessária a prática de alguns procedimentos base, norteados por medidas preventivas e preventivas e a economia pratica com suportes de sistemas informatizados.

2.2.1.1. Tipos de manutenção

A gestão de manutenção deve ser prevista no sistema de Gestão de Facilidades, como uma demanda dispendiosa em recursos orçamentários, materiais e de pessoal. A norma ABNT NBR 5674 (1999), organiza esse sistema em diferentes modalidades de manutenção: rotineira, planejada (preditiva) ou não planejada (corretivas).

O recurso disponível para as instalações muitas vezes é limitado, por esse motivo os gestores de manutenção precisam identificar as prioridades a serem executadas, a ausência de uma documentação completa sobre o edifício e suas instalações, dificulta tais decisões. Desse modo, a tecnologia BIM produtora de processo que rastreia e armazena as mudanças que acontecem conforme as condições de uma instalação. (AKCAMETE, *et. al.* 2011)

Manutenção rotineira: caracterizada por um fluxo de atividades simples e padronizadas com utilização de mão-de-obra permanente na edificação;

Manutenção preventiva: caracterizada por serviços que tem a intenção de reduzir ou evitar o funcionamento de equipamentos, sistemas ou instalações, para isso, utiliza-se um plano antecipado com intervalos de tempo definidos;

Manutenção preditiva ou planejada: caracterizada por serviços cuja execução é prevista antecipadamente com base em informações, solicitações, estimativas, prazos, entre outros. Antonioli (2003), determina que a manutenção planejada consista em inspeções periódicas e checagens, para possibilitar a correção ainda na fase de deterioração;

Manutenção corretiva: caracterizada por serviços realizados em caráter de emergência, de intervenção imediata, restaurando o funcionamento do equipamento, sistema ou instalação. A manutenção corretiva, também pode ser dividida em: Corretiva não planejada (emergencial, implica em altos custos) e corretiva planejada (utilizada logo que se caracteriza falha de funcionamento).

Wiggins (2010), classifica a fase de manutenção das edificações e instalações em outros quatro tipos, sendo: manutenção baseada na condição, manutenção em execução (*running maintenance*), manutenção centrada na confiança, manutenção emergencial, manutenção de quebra (*breakdown maintenance*). É fundamental que, além de informações atualizadas na base de dados, encontre-se um histórico de modificações, ocorridas nas instalações - no caso de edificações já existentes, principalmente - pois elas auxiliam ainda mais as decisões sobre o planejamento das manutenções.

Com a desconsideração da fase de operação e manutenção no início dos projetos - concepção e desenvolvimento de projetos -, torna-se habitual que as dificuldades/custos em se

manter a edificação, após a construção aumentem, incluindo questões de sistemas construtivos. (SANCHES, 2008). Sendo assim, “a qualidade é significativamente influenciada pelos custos de operação e pelo grau de facilidade de manutenção do edifício.” (SANCHES, p. 02, 2008)

2.2.2. Aplicações do BIM na Gestão de Facilidades - Operação e Manutenção

Segundo Ilter & Ergen (2015), o foco das aplicações da tecnologia BIM em operação e manutenção de edifícios é contemporâneo. A utilização do BIM na Gestão de Facilidades possibilita o gerenciamento de dados do ciclo de vida das edificações ou instalações, que é a finalidade do aperfeiçoamento de modelos BIM. Esta tecnologia possui ferramentas planejadas para o intercâmbio de informações da construção para os sistemas FM, aprimorando a área com recursos de visualização e análise. (BECERIK-GERBER, *et. al.*, 2012)

A plataforma BIM propicia meios de armazenamento de dados não geométricos dentro dos modelos. Esse armazenamento deve estar sempre alimentado com informações que permitam o acesso aos dados de maneira imediata e precisa, minimizando o tempo e esforços. Dessa forma, o gestor de facilidades pode decidir sobre questões com decisões mais eficiente e assertivas. (ERGEN, *et. al.*, 2007).

De acordo com Volk, *et al.* (2014) para que o uso do BIM no gerenciamento de informações da construção se adapte ao suporte de dados dos processos de operação e manutenção, são necessárias além de informações gerais do edifício, outros dados fundamentais e detalhados com: dados a respeito de componentes e equipamentos instalados (zonas de serviço, datas de instalação, tipo de instalação, fornecedor/fabricante, geometrias e localização exata, materiais e composições, propriedades físicas, garantias e manutenção, entre outros. Os modelos BIM devem durante todo o processo serem alimentados com dados pelos projetistas, entretanto a precisão das informações automatizadas dependerá da qualidade das informações inseridas. (ARAÚJO. *et al.*, 2011)

Nas áreas da gestão de facilidades a utilização do BIM pode ter potencial significativo, uma vez que, estimula uma produção valiosa de “*as-built*” das construções. (VOLK, *et al.*, 2014). Faroni (2017), exemplifica os usos do BIM na fase de Operação e Manutenção (O&M): gestão de espaços e ativos; manutenção preditiva ou corretiva; monitoramento e controle dos sistemas prediais; visualização da edificação em três dimensões; gerenciamento de emergências em tempo real; reformas e *retrofits*, entre outros. Quando as relações BIM-FM ocorrem, é possível a reunião de dados e informações mais precisas, promovendo economia de tempo e custo na gestão de instalações.

Como identificado na pesquisa de Volk. *et al.*, (2014), o BIM para a Gestão de Facilidades é abrangente, desmembrando-se em diversas áreas possíveis de atuação. Becerik-Gerber, *et.al.*, (2012) realizaram um estudo, onde aplicaram questionários e realizaram entrevistas com usuários e especialistas, para poder compreender o status de aplicação da tecnologia BIM na Gestão de Facilidades (GF). Para a realização das entrevistas com os usuários, os autores investigaram os processos envolvidos dentro de uma empresa de FM típica e selecionaram as seguintes ocupações: Gerente de manutenção de AVAC, gerente de comissionamento, administrador de gerenciamento de energia, especialista em projetos de desenho assistido por computador (CAD), supervisor de loja de ar condicionado, gerente de energia HVAC, técnico de ar condicionado e gerente de renovações. Já a amostra de entrevistas com especialistas, era composta por: organizações de FM em todo o território dos Estados Unidos, empresas de tecnologia, empresas de arquitetura, engenharia e construção. Os resultados das entrevistas foram utilizados para projetar as questões dos questionários. Os resultados obtidos no estudo, a respeito das aplicações da tecnologia BIM na área de *Facility Management* mais utilizadas estão na Tabela 6:

Tabela 6: Utilização BIM-FM e seus benefícios

Área de Uso	Benefícios utilização BIM-FM
Localização exata dos componentes do edifício, com facilidade de acesso em tempo real	Utilizado no comissionamento ou na manutenção preventiva e corretiva; Melhora na localização dos componentes do edifício (equipamentos, materiais e acabamentos) e das informações relacionadas para detectar e solucionar problemas rapidamente; Redução de custos de manutenção, eliminando a erros na localização dos equipamentos, nos reparo ou substituição
Visualização e marketing	Melhora na visualização do espaço para os gerentes das instalações durante o projeto e a construção de reformas e reformas; A equipe de FM pode realizar análises hipotéticas e preparar apresentações para sessões de tomada de decisão; Modelo tridimensional, que representa a relação entre os espaços, pode ser usado para fins de treinamento, como em um plano de evacuação do edifício; Criação de imagens com potencial de marketing.
Verificação da capacidade manutenção	Ideal durante toda a vida útil de uma instalação com um custo mínimo de ciclo de vida; Facilita estudos de manutenção; Automatiza o processo de verificação de manutenção durante o estágio de operação através do uso de dados geométricos e semânticos.
Criação de ativos digitais	Oportunidade de ao longo dos estágios de projeto e construção, acontecer a captura, digitalização e transferência de ativos; Alguns dos ativos digitais que devem ser capturados no BIM durante o projeto e a construção incluem: Equipamentos e sistemas: HVAC, hidráulica, elétrica, segurança contra incêndio/vida, equipamentos especiais, construção de redes

	de sensores e sistemas de rede; E Dados: informações do fabricante/fornecedor (por exemplo, série, modelo e números de peça), informações de localização (ou seja, prédio, andar, sala, entre outros).
Gerenciamento de espaços	A modelagem de informações de construção pode visualizar atributos de espaço, facilitar a identificação de espaços subutilizados, prever os requisitos de espaço, simplificar a análise de espaço, gerenciar o processo de movimentação, comparar a utilização de espaço, entre outros.
Planejamento e estudos de viabilidade para modificações	A modelagem de informações da construção pode ajudar potencialmente no planejamento, projeto, análise e simulação de obras de remodelação, renovação ou demolição; As características visuais dos exteriores e interiores do trabalho são bem representadas, as dimensões dos principais componentes são escalonadas, as quantidades de materiais de construção necessários podem ser estimadas e tipo e modelo de equipamento são identificados.
Gerenciamento de emergência	Durante uma emergência real, é essencial ter os dados organizados e exibidos logicamente para responder e tomar as ações apropriadas. A maioria dos requisitos para o gerenciamento de emergência é de natureza espacial e pode ser encontrada e armazenada em um modelo BIM.
Controle e monitoramento de energia	Utilizando a tecnologia BIM com o modelo comportamental do edifício, os cenários hipotéticos podem ser analisados para simular como os sistemas de energia trabalharão sob diferentes configurações e encontrarão as soluções com maior eficiência energética.
Treinamento e desenvolvimento de pessoal	Utilizando a tecnologia BIM, funcionários podem virtualmente percorrer as instalações, investigar espaços de construção, componentes e equipamentos, além de revisar dados semânticos relacionados.

Fonte: BECERICK-GERBER, *et. al.* (2012). Adaptado pela autora (2019)

2.2.3. Softwares BIM-FM

A Gestão de Facilidades envolve o gerenciamento de diversas atividades essenciais para o correto funcionamento das edificações. Atualmente, no universo BIM-FM, existem diversas ferramentas computacionais que auxiliam no gerenciamento dessas atividades, otimizando e controlando os processos da gestão de ativos, de espaços e da manutenção. Parn, *et. al.* (2017), destacam que no momento de desenvolvimento das relações BIM-FM também se faz necessária a integração correta - interoperabilidade -, dos sistemas, uma vez que podem ocorrer diferenças de sintaxe, esquemas ou semântica.

Volk, *et. al.* (2014), define os softwares em dois níveis de interação com o modelo BIM: primeiro, os softwares para entrada de dados, com serviços de importação, captura e monitoramento de dados, entre outros; e segundo os softwares para saída de dados, que fornecem relatórios e/ou análises.

Segundo o GUIA CBIC (v.03, 2016) as soluções de softwares BIM, permeiam as áreas de informações e dados de projeto, infraestrutura e tecnologia, interoperabilidade e procedimentos de comunicação dentro do desenvolvimento do projeto, construção e pós-obra. Atualmente, existem diversas ferramentas que apoiam a metodologia BIM-FM, tais como AssetWise, ARCHIBUS, Planon, ArchiFM, YouBIM, Ecodomus, FM: Interact, entre outros. Alguns desses softwares serão descritos a seguir.

2.2.3.1. BIM 360

A Autodesk é uma empresa americana, responsável por soluções para a indústria AEC, desde a introdução do software AutoCad, em 1982. Atualmente, a empresa desenvolve produtos com soluções 2D, 3D e BIM aplicados para as diferentes fases do desenvolvimento de projetos. A Autodesk desenvolve o conjunto de aplicativos denominado BIM 360® (BIM 360 Docs, BIM 360 Glue, BIM 360 Schedule, BIM 360 Field, BIM 360 Layout, BIM 360 Plan, BIM 360 Ops), que são aplicações atuantes em plataforma de serviços na nuvem, ao longo de todo o processo construtivo. O software BIM 360 Ops, é o aplicativo específico para a fase pós-obra, utilizado na operação, gestão de ativos e gestão de manutenção preventiva e preditiva.

O BIM 360 Ops, permite que diversas atividades de manutenção sejam acompanhadas e assessoradas por ele, dessa forma, tem como principais funções: o agendamento e controle de inspeções, o armazenamento de informações e registros de manutenções já realizadas e a visualização dos elementos no modelo arquitetônico, previamente exportado do Revit (software Autodesk).

2.2.3.2. AssetWise

A Bentley Systems é uma empresa responsável por soluções de softwares nas áreas de arquitetura e engenharias e desenvolvedora de aplicativos para as diversas áreas dos ciclos de vida das edificações. O software AssetWise, é um software desenvolvido especialmente para o gerenciamento e desempenho de ativos nas edificações. Ele fornece apoio nas decisões de planejamento, através da manutenção de ativos proativa, aumentando a eficiência operacional dos sistemas. A interoperabilidade da informação do aplicativo permite que o usuário analise e controle a informação de ativos relevantes.

2.2.3.3.ARCHIBUS

A Archibus é uma empresa norte-americana, responsável pelo fornecimento de soluções *Facilities Management*. O *software* dedicado as soluções FM, intitulado também de Archibus, se integra as soluções BIM através do COBie. O Archibus é uma solução integrada capaz de gerir as instalações e ativos das edificações, juntamente com infraestrutura de trabalho e áreas correlatas à engenharia de manutenção. Dentre as ações que o *software* pode agir estão: gestão de carteira imobiliária e propriedades; gestão de orçamentos e projetos; gestão de espaços; reserva de espaços e *hoteling*; gestão de mudanças; gestão de ativos; gestão de manutenção; gestão de riscos; gestão de sustentabilidade; gestão de energia;

2.2.3.4.Planon

É desenvolvedor de um conjunto de *softwares* que auxiliam nos processos de gestão de operação e manutenção dos edifícios, reduzindo os custos durante cada fase do ciclo de vida do imóvel, principalmente com aplicação na manutenção dos edifícios e gestão do espaço. A empresa oferece cinco soluções de *softwares* totalmente integradas, que são baseadas em um único banco de dados e podem ser escolhidas em qualquer combinação. São elas: gestão imobiliária., gerenciamento de espaço e local de trabalho, gestão de ativos e manutenção, gerenciamento integrado de serviços e gestão de sustentabilidade.

2.2.3.5.ArchiFM

Criado pela empresa vitoCON, o ArchiFM é um software dedicado a Facility Management, baseado na tecnologia BIM em seus processos de desenvolvimento. Permite que o gestor do edifício acesse uma estruturada gama de informações contidas nos modelos.

O ArchiFM interage diretamente com o software ArchiCad - Graphisoft, funcionando como um plug-in do mesmo. A funcionalidade entre os dois aplicativos permite uma integração completa das informações, entretanto não exclui a possibilidade de se importar modelos BIM de outros softwares.

Assim como em outros softwares, existem diversas aplicações: o ArchiFM Asset Planning, com a gestão de ativos, espaços e contratos da instalação, o ArchiFM Maintenance, dedicado à manutenção, com o planejamento de atividades de manutenção e operação e controle de custos associados, entre outros

2.2.3.6.YouBIM

O YouBIM é um software que possibilita uma estrutura de dados para a Facility Management, baseado em uma plataforma de serviços na nuvem. O software possibilita aos proprietários uma interface de dados integrados e instantâneos, ativada no desenho 2D e modelo 3D-BIM. A utilização acontece por intermédio de um modelo 3D BIM, que representa o edifício e todos os seus sistemas. Esses podem ser acessados a qualquer momento com todas as informações pertinentes a respeito dos elementos. As funções disponíveis nessa plataforma, vão desde a criação de rotinas de manutenção preventiva até gerenciamento de ordens de serviço.

2.2.4.Benefícios e Desafios para implementação BIM-FM

Segundo *BIM Project Execution Planning Guide* (CIC, 2011) para a correta implementação do BIM, é fundamental a elaboração de um plano de execução, que auxiliará o alcance das metas no final de todo o processo. De acordo com Becerik-Gerber, *et al.* (2012), apesar dos inúmeros benefícios da implementação do BIM em áreas de Gestão de Facilidades, existem também grandes desafios de caráter tecnológico e organizacional. A indústria FM é rígida quanto a inserção de novas tecnologias, junto a isso as regras e responsabilidades quanto ao fornecimento e manutenção do modelo ainda devem ficar esclarecidas.

De acordo com Becerik-Gerber, *et al.* (2012) a modelagem das informações da construção, inicia o ciclo dos sistemas FM, onde suporte e aprimora suas funções por meio de recursos, como ferramentas de análise e visualização. Portanto, a inclusão de responsável pelas áreas de FM, durante as fases de concepção, projeto e construção, torna-se fundamental, na elaboração de um ciclo totalmente fechado entre dados das fases anteriores e operações de FM.

Araújo. *et al.* (2011), descreve como os agentes responsáveis pelas informações e inserção das mesmas nos modelos: os fornecedores/fabricantes, responsáveis pelos produtos; os projetistas, que poderão adicionar informações em relação a manutenção de alguns elementos; e os gestores responsáveis pela manutenção, que deverão completar dados insuficientes e por adicionar novas informações. E a qualquer momento da fase pós-obra é possível a interação com o modelo virtual, que possibilitará a análise de melhores soluções, visto que suas informações estarão todas referenciadas com a manutenção. (SAMPAIO, 2011 *apud* ARAÚJO. *et al.*, 2011)

Para a implementação BIM-FM ser interpretada como vantajosa, é necessário que os dados não geométricos também sejam identificados. Becerik-Gerber, *et.at* (2012), ilustram em uma pirâmide hierárquica (Figura 11) a estrutura de classificação dos dados com base na sequência em que os mesmos deverão ser inseridos no modelo durante o ciclo de vida de projeto. Nota-se o aumento do volume que se equipara proporcionalmente a maturidade do projeto do empreendimento.

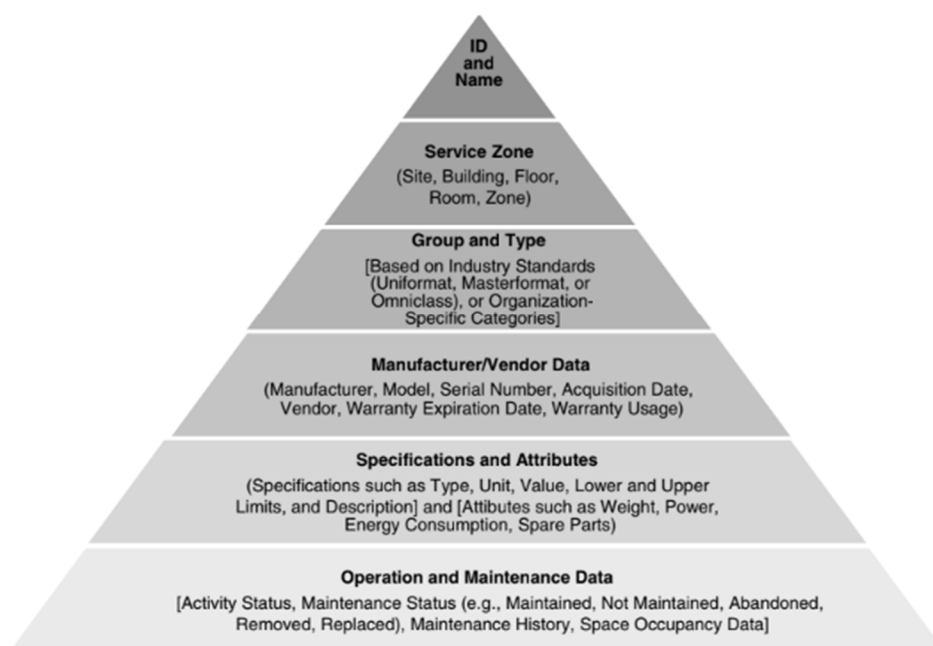


Figura 11: Estrutura de dados dos requisitos de dados não geométricos
Fonte: Becerik-Gerber, *et.at* (2012)

Mcarthur (2015) a partir do desenvolvimento dos seus estudos de caso, aponta quatro desafios para o desenvolvimento de modelos BIM para a gestão de operação e manutenção: a relação de informações realmente necessárias para a criação de um modelo BIM, intercâmbio de dados entre *softwares* BIM-FM, persistência na atualização dos dados de operação e manutenção e dificuldades com as informações incertas dos projetos. Por mais vantajosas e benéficas que sejam, as aplicações da tecnologia BIM-FM devem ser estudadas e minuciosamente detalhadas em cada etapa do projeto.

2.2.5. Sistemas de Gestão de Facilidades - GF

Segundo o *BIM Planning Guide for Facility Owners* (CIC, 2013) os Sistemas de *Facility Management* podem ser considerados um conjunto de sistemas para o gerenciamento

da manutenção de instalações e para o gerenciamento de facilidades, como ordens de serviço, ativos, estoque, entre outros. As ferramentas CAFM (*Computer Aided Facility Management*), gerenciam as informações que constituem o banco de dados sobre a edificação. Portanto, essa plataforma é responsável pela organização, armazenamento e distribuição desses dados, desta maneira, destaca-se a relevância de atualização constante da base de dados dos sistemas, para que o mesmo funcione de forma eficiente. (TELES, 2015)

O gerenciamento das informações do edifício em modalidade BIM, utilizado para estudos e análises da Gestão de Facilidades deve estar integrado com sistemas computadorizados de gerenciamento de manutenção (CMMS), com sistemas eletrônicos de gerenciamento de documentos (EDMS), com sistemas de gerenciamento de energia (EMS) e com sistemas de automação predial (BAS) (CIC, 2013). Esses sistemas de informação, muito embora possam apoiar os sistemas BIM, os dados apresentam-se como fragmentados e por diversas vezes devem ser inseridos manualmente, o que ocasiona um atraso nos processos e possíveis erros. (BECERIK-GERBER, *et. al.*, 2012);

Depois que o BIM é implementado no FM, as informações de construção podem ser adquiridas, gerenciadas, mantidas e utilizadas de maneira mais automatizada e eficiente em todo o ciclo de vida do edifício. (BECERIK-GERBER, *et. al.*, 2012)

Uma opção de documentação entregável, são os modelos BIM de projeto contendo informações as condições “*as-built*” do empreendimento, considerado o mais apropriado para o gerenciamento de instalações, pois contém detalhes de nível de projeto e informação de fabricação. Com a aplicação do BIM-FM, ao longo do ciclo de vida da edificação poderão ser alcançadas significativas economias, durante as operações e futuras reformas. (CIC, 2013)

Usualmente, os proprietários dos empreendimentos recebem desenhos “*as-built*”, com apresentações, relatórios e manuais de operação e manutenção. Entretanto, se especificada a entrega do “*as-built*” em BIM, a mesma poderá ser realizada em modelo federado ou em arquivos nativos discretos (CIC, 2013). Contudo, é importante ressaltar os desafios em relação a utilização dos *softwares* necessários juntamente com as modificações dos processos usuais de FM dentro das empresas.

Segundo Rodas (2015), o processo de implementação da metodologia BIM-FM, não segue um processo obrigatório, que independe dos sistemas ou softwares utilizados. Esse processo segue frequentemente as seguintes fases genéricas: definição da finalidade do modelo (utilização, nível de maturidade, LOD), levantamento de dados não geométricos, modelagem de dados geométricos no edifício, inserção de informações no modelo, e por fim integração com a solução BIM-FM escolhida.

2.2.5.1.COBIM - *Common BIM Requirements*

A proposta do COBIM, *Common BIM Requirements*, é de definir metas, requisitos para novas construções e renovações, bem como para a gestão de instalações. Os requisitos mínimos e os conteúdos de modelagem devem ser observados em todos os aspectos de projeto de construção. (*buildingSMART*, 2012) A COBIM é constituída por quatorze partes, sendo:

1. Requisitos gerais BIM;
2. Modelar de uma situação inicial;
3. Projeto de arquitetura;
4. Projeto de MEP;
5. Projeto de estruturas;
6. Garantia de qualidade;
7. Extração de quantidades;
8. Uso de modelos para a visualização;
9. Uso de modelos para a análise MEP;
10. Análise energética;
11. Gestão de um projeto BIM;
12. Uso de modelos na gestão de edifícios;
13. Uso de modelos na construção;
14. Uso de modelos na supervisão do edifício.

2.2.5.2.COBie

O COBie foi criado como um modelo padronizado de intercâmbio de informações para operações e entidades de manutenção (ILTER & ERGEN, 2015). Trata-se de uma plataforma que permite aos projetistas, contratados e fabricantes inserção de dados em um formato interpretável por computador. Este modelo, captura as informações ao longo dos processos de desenvolvimento – concepção à construção -, sendo capaz de fornecer uma estrutura para a organização de todas essas informações. (EAST, 2016; CIC, 2013; AKCAMETE, *et. al.* 2011).

A introdução do padrão COBie, que pode ser considerado o MVD padrão predominante, para intercâmbio de informações gerais e específicas da gestão de operação e manutenção, de modo estruturado e eficiente. (VOLK, *et al.*, 2014)

3. ESTUDOS DE CASO

3.1. METODOLOGIAS PARA A GESTÃO DE FACILIDADES COM O EMPREGO DO BIM

Neste capítulo, serão descritas e analisadas quatro metodologias utilizadas na implementação do modelo BIM na Gestão de Facilidades. A tecnologia BIM se aplicada ao gerenciamento das operações e manutenções, se transforma em uma poderosa ferramenta de visualização de dados empregados nos elementos das edificações. As pesquisas têm amostra temporal de dois anos e apresentam diversas soluções para a fase de operação e manutenção.

3.1.1. Método desenvolvido por Kassem, *et. al* (2015)

Kassem *et. al.* (2015), desenvolveu um estudo com o objetivo de compreender a aplicação do BIM a Gestão de Facilidades, na área de gestão de ativos (existentes e novos), durante a fase de operação e manutenção. A metodologia teve como estudo de caso o campus da *Northumbria University*, localizado no Reino Unido.

A primeira etapa do estudo teve início com um levantamento do método utilizado para a gestão de ativos da universidade e suas atualizações. Constatou-se que a universidade fazia uso de desenhos bidimensionais em formato .DWG e de uma base de dados do MS Excel, ambos atualizados manualmente. Esse método de gestão, pode produzir erros no intercâmbio de informações, além de produzir carga de trabalho desnecessária.

Para base dos levantamentos de projetos e desenvolvimento do modelo BIM, foi utilizado o escaneamento de cortes e elevações originais da edificação e para a completa compreensão dos detalhes específicos, foram utilizadas fotos em formatos .JPG e informações disponíveis da base de dados do MS Excel. O *software* utilizado na modelagem do projeto foi o Revit, desenvolvido pela empresa Autodesk.

Os benefícios da implementação BIM-FM no complexo possibilitaram a inclusão de informações específicas dos sistemas FM com atualização automática e a produção de cronogramas, produção de desenhos (cortes, fachadas), além de otimizar as principais funções da gestão de facilidades, como o desenvolvimento de relatórios, a renovação dos espaços, avaliações de desempenho, entre outros. Os modelos BIM desenvolvidos no estudo, foram utilizados na avaliação experimental de reforma do campus, investigando tomadas de decisões estratégicas e precisas.



Figura 12: Comparação entre dados atuais serviço de manutenção fluid com Processos baseados em BIM
Fonte: Kassem, *et. al.* (2015)

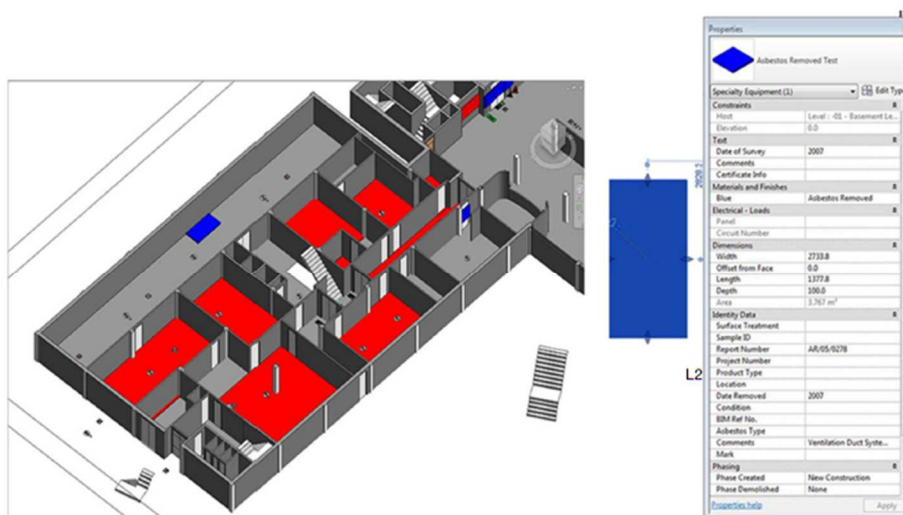


Figura 13: Visualização 3D de removido (azul) e existente (vermelho) asbesto e modelo de construção
Fonte: Kassem, *et. al.* (2015)

Após a aplicação da metodologia Kassem *et. al.* (2015) preocupou-se em ilustrar para a equipe FM da universidade, os benefícios e desafios da implementação do BIM na gestão da edificação. Uma vez que, a equipe esteja pronta para desenvolver de maneira concisa as informações necessárias no modelo, habituando-se com as nomenclaturas e extensões padrão, todo o trabalho terá foco colaborativo.

3.1.2. Método desenvolvido por McArthur (2015)

McArthur (2015) propôs o desenvolvimento de um estudo de caso para a *Ryerson University*, localizada no Canadá. O edifício do estudo é composto por salas de aula,

laboratórios e escritórios, nas dependências das Faculdades de Ciências e Engenharia e Ciências Arquitetônica. A autora explica que houveram diversas modificações na edificação, ao longo do ciclo de vida.

Para coleta e análise de dados McArthur (2015) não conseguiu os todos desenhos originais e nem a disponibilização de desenhos “*as-built*” da edificação, as únicas e poucas informações eram originadas de remodelações em desenhos bidimensionais. Dessa forma, foi realizada uma pesquisa para o entendimento do projeto e confirmação de informações. Durante a inspeção e levantamento de equipamentos para a produção do modelo BIM, McArthur (2015) teve que considerar apenas os equipamentos com mais 50% de certeza sobre sua localização.

A autora baseou seu estudo em três linhas de pesquisa e nas mesmas foram incluídas as seguintes informações (Figura 14):

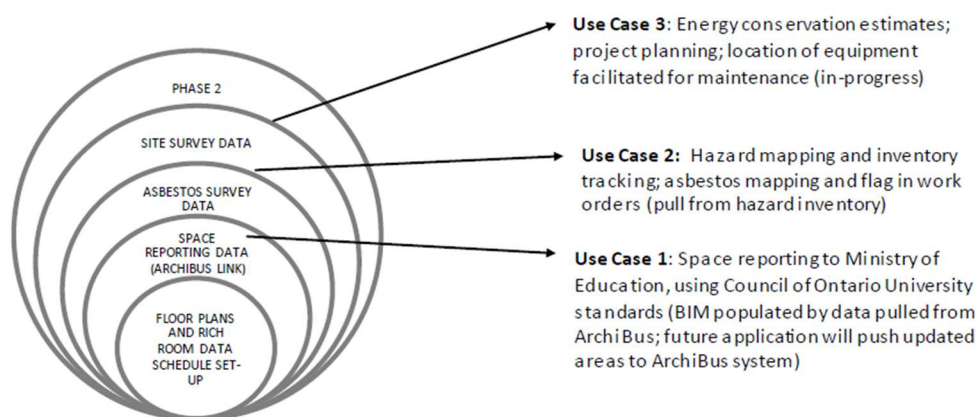


Figura 14: Dados incluídos no modelo.
Fonte: McArthur, 2015.

As linhas de pesquisa foram escolhidas pois, segundo a autora, demonstravam três diversas utilizações do BIM na gestão de facilidades, na área de operação e manutenção, além de proporcionarem adaptações de informações no modelo. Durante o processo de aplicação da metodologia, McArthur (2015) propôs a modelagem do modelo BIM no *software* Revit, da empresa Autodesk e para o gerenciamento das informações de CAFM, o *software* Archibus. A Figura 15, ilustra o desenvolvimento da metodologia desenvolvida pela autora para atingir um nível de desenvolvimento do modelo pretendido.

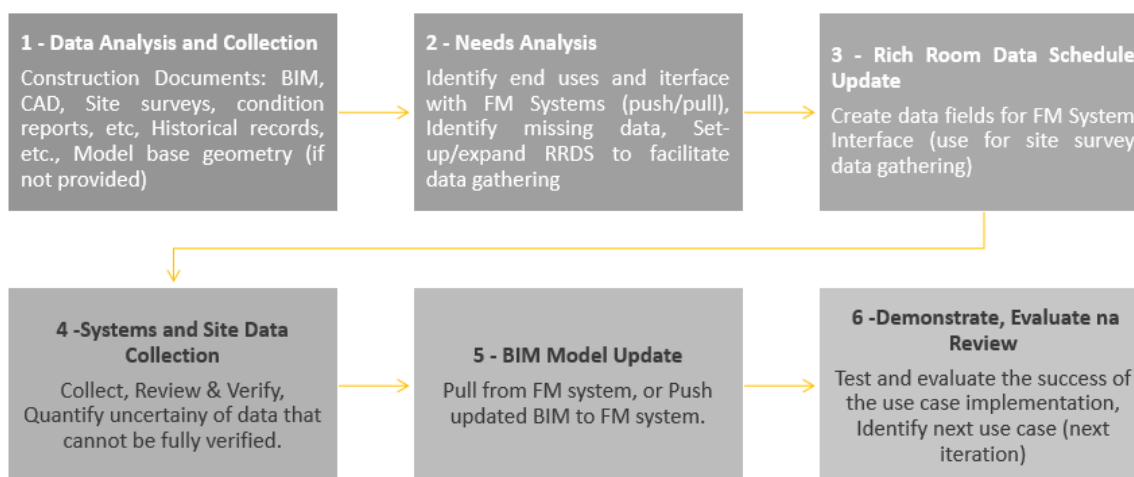


Figura 15: 7D BIM - Desenvolvimento de Metodologia.
Fonte: McArthur, 2015.

Os resultados apresentados foram os seguintes:

1. Alocação e acompanhamento de espaço
 - a. Objetivo: de redução do tempo gasto para gerar relatórios de modificações na construção, utilização de espaços e mudanças de uso.
 - b. Resultado: os dados inseridos no *software* ArchiBus, geraram planilhas vinculadas ao modelo BIM, que puderam preencher o cronograma de dados a respeito do assunto, dessa forma, qualquer modificação espacial, teve detalhes de sua aquisição informatizados.
2. Mapeamento e inventário de risco do amianto:
 - a. Objetivo: mapear e inventariar os equipamentos onde estão presentes o amianto;
 - b. Resultado: possibilidade de se identificar materiais que contenham amianto, a partir do modelo BIM, com a criação de uma planilha de informações inserida no *software* Archibus; o intercâmbio dessas informações, permitiu a localização de dados sobre os materiais perigosos e produtos químicos armazenados em cada compartimento da edificação.
3. Gerenciamento de energia - cálculos de Viabilidade de Iluminação por LED
 - a. Objetivo: calcular e listar as estimativas de economia com a possibilidade do *retrofit* de energia aplicado; por exemplo, substituição de tubos T8 para T8 LED.
 - b. Resultado: a partir do levantamento dos tipos de luminárias presentes e quantas foram substituídas por T8 LED, dos cálculos de economias de demanda e da economia anual estimada de kWh, foi possível calcular juntamente com o cronograma de sala incorporado ao modelo BIM, a economia de demanda para um *retrofit* de tubos T8 para T8 LED. Os cálculos e resultados foram realizados automaticamente pelo modelo.

McArthur (2015) concluiu que os processos utilizados na abordagem da gestão de facilidades, para as áreas de gestão de operação e manutenção, devem permitir o vínculo entre as manutenções preventivas e reativas (corretivas), através da produção de relatórios do espaço, inventários de perigos e tomadas de decisões sobre os sistemas utilizados. A autora ainda lista

os principais desafios a serem superados para desenvolver o modelo BIM 7D: identificar as informações necessárias para as operações sustentáveis, gerenciar as informações entre os *softwares* BIM-FM, gerenciar o nível de esforço para a criação do modelo e por fim, saber trabalhar com a incerteza de documentações e dados.

3.1.1. Método desenvolvido por Santos (2017)

Santos (2017) propõe a implementação do BIM com o objetivo de otimizar a gestão da manutenção e dar o suporte à inspeção predial, identificação e resolução de problemas patológicos de uma edificação no campus da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada em Vitória - ES.

A autora obteve os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário da edificação através de contato com a prefeitura de Vitória e outras informações como especificações e memoriais, foram traduzidos por simulações para serem integrados ao método.

No seu estudo, Santos (2017) se apropriou de ferramentas BIM-FM desenvolvidas pela empresa Autodesk. A modelagem dos modelos BIM de projetos de arquitetura, estrutura e instalações elétricas, foram utilizados respectivamente os *softwares* Revit Architecture, Revit Structure e Revit MEP e para atender as questões relacionadas ao *checklist* de informações foram utilizados os aplicativos BIM 360 Glue e BIM 360 Field.

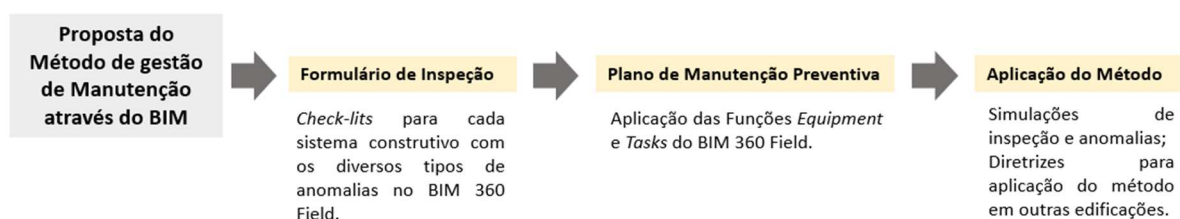


Figura 16: Fluxograma metodológico idealizados por Santos (2017)

Fonte: Santos (2017). Adaptado pela autora (2019)

Após a modelagem e exportações do Revit para o BIM 360 Glue e posteriormente Field, foram inseridas no BIM 360 Field as informações pertinentes e documentos, a organização desses foi realizada a partir de pastas - catálogo de patologia, sugestões para procedimentos de recuperação, manuais de manutenção, especificações técnicas e memoriais descritivos da edificação, projetos com extensão .DWG da edificação, projetos .PDF da edificação.

Após as etapas anteriores, a autora obteve subsídios para formular a aplicação método e elaborar o Plano de Gestão da Manutenção, que englobaria manutenção preventiva e corretiva. A seguir estão descritas as etapas de todo o processo proposto:

Inspeção predial - as etapas A1, A2, B1 e B2, ocorrem simultaneamente.

A1. Escolha do modelo virtual 3D e navegação no mesmo através do *software* BIM 360 Field, a momento em que a inspeção ocorre.

A2. Adição de marcação nos elementos construtivos com falha/anomalias e preenchimento de informações sobre os mesmos. Ex. empresa responsável, data da vistoria, grau de prioridade, entre outros.

B1. Preenchimento do *checklist* de cada sistema construtivo exposto em projeto e posterior upload dos mesmos.

B2. Estudo e análise de não conformidades (falhas/anomalias)

Consulta à biblioteca do BIM 360 Field - após realizadas as etapas A1, A2, B1 e B2

A3. *Upload* das marcações dos elementos.

C1. Geração de relatórios e registro de problemas;

C2. Escolha de alternativas e prioridades na intervenção;

C3. Registro do tipo de intervenção realizada;

Atividade de Rotina

D1. Verificar agendamento prévio das tarefas a serem realizadas;

D2. Seguir os procedimentos das intervenções realizadas e dos equipamentos, descritos a partir de cada elemento dos sistemas;

D3. Registrar todas as atividades de intervenções e equipamentos;

Após a aplicação do método proposto, envolvendo a modelagem dos projetos em BIM e a utilização dos aplicativos BIM 360 Glue e BIM 360 Field, a autora comprova que a modelagem da informação da construção auxilia de forma eficaz o desenvolvimento da gestão de manutenção. Entretanto, é fundamental que se ressalte a importância do trabalho contínuo de manutenção, uma vez que, aplicado o método com os diagnósticos das patologias e ações de remediação/substituição, é necessário que se faça como rotineira a atualização dos modelos e dados, para que as intervenções futuras sejam planejadas.

3.1.2. Método desenvolvido por Faroni (2017)

O modelo desenvolvido por Faroni (2017) propõe a implementação do BIM com o objetivo de compreender as suas potencialidades quando integrado ao suporte da Gestão de Facilidades. O estudo abordou uma edificação no campus da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada em Vitória - ES e foi elaborado com aporte dos *softwares*: Autodesk Revit para modelagem das informações do modelo 3D e o software Archibus para a gestão de ativos, interoperados por um plug-in. A autora desenvolveu sua metodologia baseada nas seguintes etapas:

Tabela 7: Síntese da metodologia, Faroni (2017)

ETAPA	CONTEÚDO
ETAPA 1 - Diagnóstico	Investigação das atividades de gestão de facilidades da edificação; Identificação e análise dos fluxos de informações, da estrutura organizacional, da capacitação dos profissionais envolvidos, históricos de ordem de serviços, softwares e sistemas utilizados na gestão atual.
ETAPA 2 - Levantamento de dados	Dados do edifício construído: projetos arquitetônicos e complementares, sistemas construtivos, projetistas, memoriais, fornecedores, materiais, entre outros. Dados de ocupação do espaço: usos, organização de atividades, horários, entre outros; Dados dos equipamentos e mobiliários existentes: registro de patrimônio, informação de aquisição, fornecedores, manuais de garantia, especificação técnica, entre outros. Dados de pessoal: quem são - professores, terceirizados, alunos.
ETAPA 3 - Modelagem e inserção de dados	A partir das etapas anteriores, foi possível a modelagem da edificação, onde foram inseridos todos os elementos e componentes pertinentes, juntamente com o desenvolvimento de uma biblioteca própria de elementos construtivos.
ETAPA 4 - Simulações	Foram propostas oito simulações de cenários, baseados no cotidiano da universidade e na gestão de facilidades da mesma.

Fonte: Faroni (2017). Adaptado pela autora (2019)

Faroni (2017) ao longo do desenvolvimento do estudo, hierarquizou e organizou os espaços e equipamentos de acordo com uma ordem de classificação, que possibilitaria a localização exata localização dos ambientes e insumos, bem como o acesso as suas informações. As simulações propostas pela autora na Etapa 4, propõem otimização de diversos recursos, sendo estes:

- **Simulação 01:** Organização dos horários e salas de aula dos semestres:

Com a utilização do *software* ArchiBus e da *Central Web* ArchiBus, foi possível a criação de um fluxo de informações (horários e salas de aula). A proposta foi possível através da organização dos ambientes do edifício, caracterizando-os por tipo de uso; em seguida foi realizada a “reserva” do ambiente juntamente com o horário disponível. Com a definição das ocupações dos espaços, o gestor de facilidades pode inserir as informações pertinentes sobre os professores, monitores ou servidores responsáveis pela sala.

- **Simulação 02:** Realocação de um equipamento/mobiliário para outro cômodo, prédio, responsável, centro ou departamento:

As realocações podem ser realizadas através do modelo BIM no *software* Revit ou pelas centrais *Web* e *Smart Client*. Para localizar os ativos, a autora os vinculou aos ambientes e edifícios. Desse modo, poderá ser feita a modificação em relação aos espaços físicos e em

relação aos responsáveis/departamentos, sempre atualizando o modelo BIM e os servidores ArchiBus.

- **Simulação 03:** Mudança de departamento responsável pela sala:

Após a criação do modelo “*as-built*”, todos os espaços foram vinculados à Diretoria e aos departamentos. A mudança dos responsáveis pelas salas é simples e pode ser efetuada no modelo BIM, na aba de edição dos ambientes ou nas plataformas do ArchiBus, uma vez selecionados os ambientes é só mudar o código para outro departamento. A autora indica a importância de se configurar uma cor padrão para cada departamento.

- **Simulação 04:** Mudança das propriedades de ocupação de um ambiente:

Para as propriedades de ocupação dos ambientes, a autora criou parâmetros no ArchiBus, que se categoriza os espaços em “Categorias de ambiente” e sua subdivisão em “Tipos de Ambiente”. Dessa forma, a modificação pode ser solicitada apenas escolhendo-se uma nova função para o espaço.

- **Simulação 05:** Reforma e transformação de uma sala em duas ou mais:

Este é um cenário mais complexo, porém com o auxílio do BIM, pode ser facilmente desenvolvido. A partir dos modelos BIM - arquitetônico e complementares -, a investigação de conflitos, custos, extração de quantitativos, eficiência energética e conforto tem soluções de desempenho melhor avaliadas. Também é possível para a fase de construção um maior controle e planejamento. Para cada nova transformação, todas as informações devem ser registradas no ArchiBus, além dos modelos.

- **Simulação 06:** Transformação de uma sala em várias estações de trabalho (*workstation*)

Semelhante a simulação 02, é possível a transformação de salas de aula, com o auxílio das ferramentas de controle sobre mobiliários.

- **Simulação 07:** Identificação e relatório de todos os mobiliários de determinado pavimento, departamento, centro:

Esta simulação leva em consideração a possível extração de informações. Todos os dados inseridos e administrados no ArchiBus, podem ser exportados para uma planilha do MS Excel.

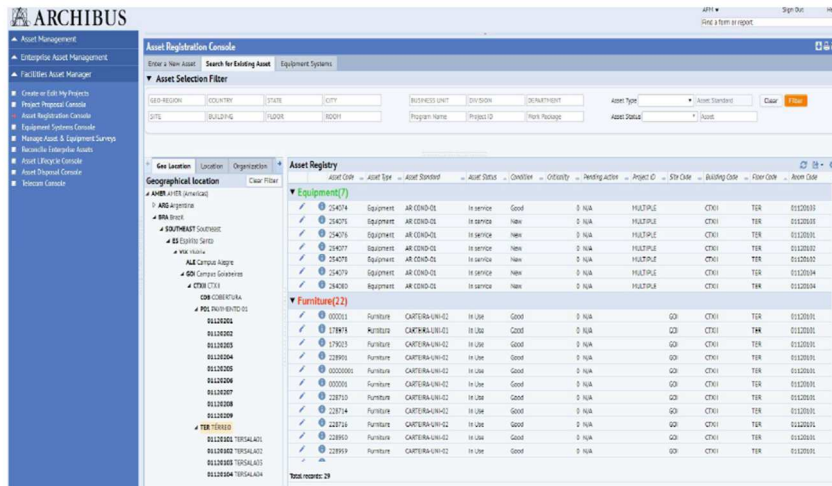


Figura 17: Alocação de ativos por pavimento - Software ArchiBus
Fonte: Faroni (2017)

Asset ID	Asset Type	Asset Status	Condition	Locality	Pending Action	Project ID	Size Code	Building Code	Floor Code	Asset Code
254274	Equipment	AR CEND-01	In service	Good	0	N/A	MULTIPLE	000	000	01120101
254275	Equipment	AR CEND-01	In service	New	0	N/A	MULTIPLE	000	000	01120102
254276	Equipment	AR CEND-01	In service	New	0	N/A	MULTIPLE	000	000	01120103
254277	Equipment	AR CEND-01	In service	New	0	N/A	MULTIPLE	000	000	01120104
254278	Equipment	AR CEND-01	In service	New	0	N/A	MULTIPLE	000	000	01120105
254279	Equipment	AR CEND-01	In service	New	0	N/A	MULTIPLE	000	000	01120106
254280	Equipment	AR CEND-01	In service	New	0	N/A	MULTIPLE	000	000	01120107
000251	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
178478	Furniture	CARTERA-01-01	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
179013	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
228993	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
00020005	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
00020011	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
228710	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
228714	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
228716	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
228950	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101
228959	Furniture	CARTERA-01-02	In Use	Good	0	N/A	00	000	000	01120101

Figura 18: Informação dos ativos por pavimento, exportados para o Excel.
Fonte: Faroni (2017)

- **Simulação 08:** Interrupção do funcionamento de um equipamento.

Com a modelagem da informação, é possível a localização exata do equipamento defeituoso. Os softwares Revit e ArchiBus, podem trazer exatidão para esta busca, juntamente com toda a documentação técnica agregada: manuais, históricos de manutenção, fabricante, etc. Após o conserto, reposição ou aquisição de um novo aparelho, as novas informações devem ser inseridas novamente no sistema e no modelo.

4. ANÁLISE

4.1. METODOLOGIA

Uma das características da Modelagem de Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM) é a possibilidade de inserção de informações, parâmetros e atributos em todos os elementos dos diversos sistemas de uma edificação. Em contrapartida, a Gestão de Facilidades, necessita de informações que alimentem seus sistemas de manutenção e auxiliem na execução do Plano de Manutenção. A implementação da tecnologia BIM, desde o início do desenvolvimento do projeto torna-se fundamental, visto que algumas informações e decisões durante as etapas anteriores, podem ser inerentes a operação e manutenção das edificações/instalações, influenciando em escolhas de materiais e sistemas, por exemplo.

Do modelo BIM podem ser extraídas informações para a formulação de quantitativos, custos e eficiência energética, igualmente pode-se extrair dados relevantes à operação e manutenção dos elementos, devido as características vinculadas a eles e ao modelo. Constatase assim que, o produto dos relatórios pode significar otimização de custos em relação à manutenção preventiva, preditiva e até mesmo a corretiva, pois é possível se que se realize investigações mais concretas, minorando futuros equívocos.

A análise deste estudo tem como base o *BIM Project Execution Plan*, disponível no guia *BIM Project Execution Planning Guide*, CIC (2011) e as metodologias desenvolvidas e aplicadas por Kassem, *et. al.* (2015), McArthur (2015), Santos (2017) e Faroni (2017).

O *BIM Project Execution Plan* é um plano que visa complementar a correta execução do BIM dentro de todas as etapas de projeto ou em implementação em edificações existentes. Ele é composto por quatorze categorias que foram desenvolvidas a partir da revisão de planos de execução atuais, objetivos do setor AEC e posicionamento de especialistas. As categorias estão listadas no Quadro 2 abaixo:

1	Visão geral do Plano de Execução do Projeto BIM	Justificativa com o estabelecimento da visão, missão e importância do plano
2	Informações de Projeto	Inclui informações: Proprietário do projeto, Nome do projeto, Localização do projeto e endereço, Tipo de contrato / Método de entrega, Breve descrição do projeto, BIM Cronograma, fases, entre outros.
3	Contatos Chave do Projeto	Incluir informações: quem é são/é proprietário (s), designers, consultores, contratados principais, subcontratados, fabricantes e fornecedores. Esses representantes podem incluir pessoal, como Gerentes de Projeto, Gerentes

		BIM, Líderes de Disciplina, Superintendentes e outras funções importantes do projeto.
4	Metas de Projeto /Usos do BIM	Documentar o propósito subjacente de implementar o BIM no projeto, bem como explicar por que as principais decisões de Uso do BIM foram tomadas. O plano deve incluir uma lista clara dos objetivos do BIM, a planilha de análise de Uso do BIM, bem como informações específicas sobre os Usos do BIM selecionados.
5	Funções organizacionais e pessoal envolvido	Para cada uso do BIM/ tarefa deve-se identificar a empresa e o profissional responsável, incluindo número de funcionários por tarefa, horas de trabalho estimada e líderes.
6	Processo de Projeto BIM	Devem ser criado um mapa geral dos Usos BIM, um mapa detalhado de cada Uso BIM e uma descrição dos elementos em cada mapa, importante a troca de informação entre as diversas atividades.
7	Trocas de Informação BIM	Documentar as trocas de informações, os elementos do modelo por disciplina, nível de detalhe (LOD), e os atributos específicos importantes para o projeto.
8	BIM e requisitos de dados de instalação	Importante que o plano documente os requisitos BIM no formato nativo do proprietário. Dessa forma, a equipe está ciente dos requisitos e pode planejar adequadamente para entregar esses requisitos.
9	Procedimentos de Colaboração	Desenvolver procedimentos de colaboração e atividades eletrônicas (estratégia de colaboração, trocas de informações para entrega e aprovação do modelo, espaço de trabalho interativo, procedimentos de comunicação eletrônica.
10	Controle de Qualidade	Explicar o desenvolvimento da qualidade dos projetos, como conteúdo do modelo, LOD, formato, verificação de interferências, padrão, entre outros.
11	Necessidade de Infraestrutura Tecnológica	<i>Hardware, software</i> , licenças, coberturas de rede, famílias, objetos, entre outros.
12	Estrutura do Modelo	Desenvolvimento de padrão para nomes de arquivos, unidades, coordenadas, diagramação, padrões CAD/BIM/IFC.;
13	Entregas de Projeto	Considerar os níveis dos documentos entregáveis em cada fase, bem como prazos, formatos e outras informações;
14	Estratégia de Entrega/Contratos	Definir o método de entrega e contratação antes do início do projeto (estrutura do projeto, forma de pagamento, responsabilidades e detalhamento do modelo, formatos de arquivo, direitos de propriedade intelectual) e outras questões.

Quadro 2: Etapas do Plano de Execução de Projeto em BIM.

Fonte: CIC (2011). Adaptado pela autora (2019)

O BIM *Project Execution Planning Guide*, CIC (2011) no capítulo 03, também sugere que sejam elaborados mapas de processo, relativos às etapas de desenvolvimento de todo o projeto. Os mapas são subdivididos em dois níveis, o primeiro - BIM *Execution Planning Process* - ilustra de maneira geral a utilização do BIM durante todo o processo, de forma não

detalhada e as informações que pode ser intercambiada em cada etapa; o segundo trata de cada fase com melhor detalhamento das atividades e processos, do início ao fim.

Cada mapa de processo do segundo nível é composto por “*Reference info*”, informações de referência como informações base para o início dos processos; “*Process*”, detalhamento macroprocessos e atividades; “*Info Exchange*”, que ilustra as informações extraídas para a troca de dados. Segundo os mapas, após todas as etapas de projeto e finalização dos modelos BIM de cada disciplina e do modelo federado, o *Facility Management*, está incluso na etapa de Revisão de Projeto, operando na compilação dos dados que serão fundamentais para as fases de operação e manutenção, e nas fases de Registro de Modelagem, Agendamento de Manutenção e Análise de Sistema de Construção.

O mapa para a etapa de operação e manutenção (Figura 19) referenciado no Guia do CIC (2011), tem um detalhamento macro dos processos, porém sugerindo as trocas de informações. A partir do início - *Start Process* -, o desenvolvimento do mapa conta com seis etapas de atividades, sendo:

- Coleta de dados de desempenho do edifício: com um sistema FM e um modelo BIM disponíveis para o fornecimento das informações para o gerente de facilidades; caso esteja correto o modelo é possível ir para a segunda etapa;
- Interpretação de dados, pelo gerente de facilidades;
- Preparação e ajuste do cronograma de manutenção, pelo gerente de facilidades;
- Execução da manutenção pelos responsáveis;
- Validação do desempenho dos equipamentos pela parte responsável pela manutenção;
- Atualização dos dados no Sistema FM pelo gerente de facilidades;

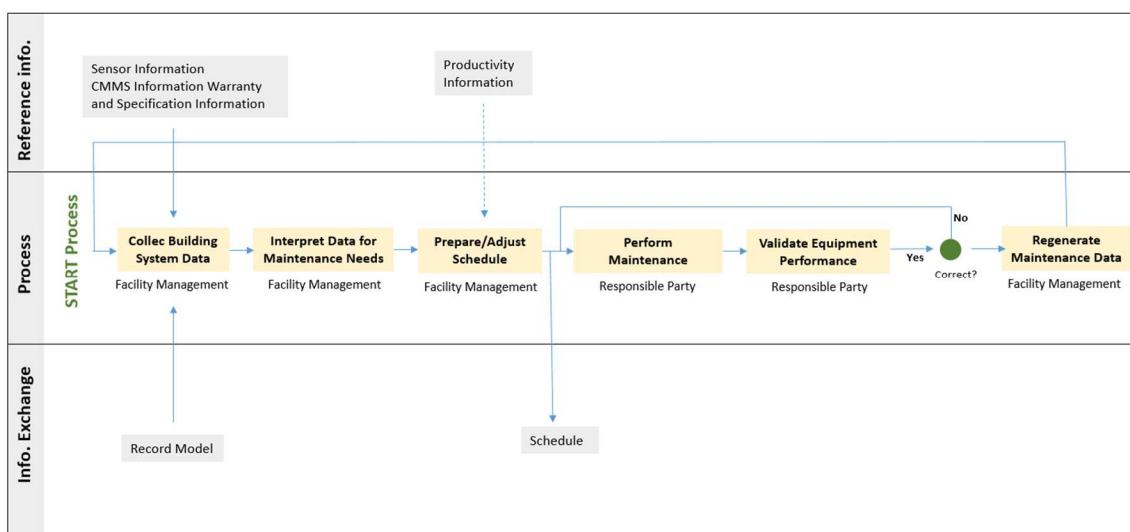


Figura 19: Mapa etapa de manutenção proposta pelo BIM Project Execution Planning Guide
Fonte: CIC (2011). Adaptado pela autora (2019)

4.2. RESULTADOS

Os estudos investigados no capítulo 3, demonstram a implementação do BIM para a Gestão de Facilidades em diferentes escalas de implantação, processos, resultados e objetivos. Dessa forma, a análise visa a comparação das metodologias de implementação do Processo BIM utilizadas pelos autores, de acordo com algumas categorias desenvolvidas pelo BIM *Project Execution Plan* e pelo mapa de processo para a execução de atividades na gestão de operação e manutenção. O objetivo é identificar as transformações envolvidas nas pesquisas, elucidando escalas de impacto frente a incorporação do BIM na GF.

Tendo em vista o objetivo em comum, a implementação do BIM na Gestão de Facilidades, cada estudo sequenciou suas atividades de acordo com as informações e com as possibilidades de incorporações disponíveis. A classificação dos estudos teve como base a incorporação do BIM nos processos de projeto e controle dos sistemas BIM-FM. Deste modo, as seguintes categorias foram priorizadas:

- Modelagem BIM - refere-se ao nível de modelagem da informação que o estudo conseguiu incorporar dentro dos estudos de caso.
- Metas de Projeto/Usos do BIM - refere-se a clareza de informações relacionadas as decisões abordadas pelo uso BIM, bem como seus objetivos de tomadas de decisão, dentro do estudo de caso.
- Processo de Projeto em BIM: refere-se a clareza sobre as atividades a serem desenvolvidas e criação de mapas de processo.
- Controle de Qualidade e Sistema FM: refere-se à incorporação de diretrizes para o intercâmbio de informações e alimentação de um sistema FM informatizado.
- Informações incorporadas: refere-se ao aproveitamento das informações disponíveis.

5 a 7 pontos totais: o estudo não conseguiu atingir os objetivos da pesquisa,

8 a 12 pontos: o estudo atingiu parcialmente os objetivos da pesquisa;

13 a 15 pontos: o estudo atingiu os objetivos da pesquisa

Quadro 3: Pontuação para a classificação.

Fonte: Autora (2019)

Tabela 8: Categorias para classificação e pontuação.

Modelagem BIM	O estudo foi possível a modelagem 3D das edificações e inserção de informações	Foi possível a modelagem 3D, porém as informações foram inseridas parcialmente	Foi possível a modelagem 3D com a inserção completa das informações.
Nota	1	2	3
Metas de Projeto / Usos do BIM	O estudo não estabeleceu metas de projeto.	As metas de projeto foram estabelecidas e incorporadas parcialmente	As metas de projeto foram estabelecidas e incorporadas totalmente.
Nota	1	2	3
Processo de Projeto em BIM	Não foram estabelecidos para a gestão de facilidades mapas de processo e/ou sistemas de FM.	Foram estabelecidos para a gestão de facilidades mapas de processo e/ou sistemas de FM, porém não incorporados totalmente	Foram estabelecidos para a gestão de facilidades mapas de processo e/ou sistemas de FM
Nota	1	2	3
Controle de Qualidade e Sistema BIM-FM	O estudo não forneceu estratégias de atualização dos sistemas pelo responsável de gestão de facilidades	O estudo forneceu estratégias de atualização, mas não o responsável de gestão de facilidades	O estudo forneceu estratégias de atualização dos sistemas pelo responsável de gestão de facilidades
Nota	1	2	3
Informações incorporadas	As informações disponíveis não eram digitais e não houveram aproveitamentos das mesmas	As informações disponíveis eram parcialmente digitais/analógicas e houve aproveitamento de parte delas.	As informações disponíveis eram estavam digitalizadas e houve aproveitamento total das mesmas, mais acréscimo de novos levantamentos
Nota	1	2	3

Fonte: Autora (2019)

Os estudos realizados nas universidades de *Northumbria* (Kassen, *et. al*) e Universidade Federal do Santo Espírito (Faroni), obtiveram classificação de implementação do BIM satisfatórias, conforme ilustra a Tabela 9, esses estudos de caso, atingiram os objetivos para todas as categorias. Já as Universidades Federais do Espírito Santo (Santos) e *Ryerson*, obtiveram classificação parcialmente satisfatória, uma vez que, as categorias de modelagem 3D e informações incorporadas, não foram plenamente atingidas, devido à ausência de informações sobre os sistemas e elementos.

Tabela 9: Classificação dos Estudos de Caso, segundo classificação da Tabela 8.

Estudo de Caso	Modelagem BIM	Meta de Projeto/Usos BIM	Processo de Projeto em BIM	Controle de qualidade e Sistema BIM- FM	Informações incorporadas	Totais
Northumbria University	3	3	3	3	3	15
Ryerson University	2	3	3	3	2	12
Universidade Federal do Espírito Santo (Santos)	2	3	3	3	2	12
Universidade Federal do Espírito Santo (Faroni)	3	3	3	3	3	15

Fonte: Autora (2019)

É fundamental que se destaque que esta classificação procurou analisar os impactos e as dificuldades na implantação do BIM, principalmente em edificações existentes, como é o caso de todos os estudos apresentados. Desta forma, avalia-se que o esforço para que os processos sejam incorporados de forma correta e totalizada, deve-se propor processos de implementação do BIM que sejam compatíveis com a gestão de facilidades da futura/existente edificação. Uma vez apropriado o sistema ao processo, é lançada o desafio da colaboração e atenta coordenação da gestão de facilidades, que se responsabiliza pelo uso dos modelos de informação da construção e sistemas BIM-FM com propriedade.

5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo relacionar a tecnologia BIM com o processo da Gestão de Facilidades, na área de operação e manutenção das edificações. O projeto de manutenção ou plano de manutenção exige que sejam fornecidos e estabelecidas informações exatas sobre os diversos aspectos das edificações - de sistemas construtivos a peças de equipamentos -. Essas informações devem ser catalogadas e inseridas, tanto nos modelos BIM quanto nos *softwares* FM incorporados e que introduzem as perspectivas do BIM-FM. A interoperabilidade entre os sistemas, é compatível com a utilização de formatos padrão para intercâmbio de informações.

A real necessidade de informações disponíveis impacta no processo de implementação do BIM na Gestão de Facilidades, uma vez que, quanto maior a base de dados disponível, maior a eficiência da gestão e devido a isso o sustento dos sistemas ao longo do desenvolvimento do projeto se faz fundamental.

A partir desta análise recomenda-se que ao se propor a implementação do BIM em processos de Gestão de Facilidades ou *Facility Management*, as empresas especializadas em FM juntamente com a equipe gestora das edificações, realizem um diagnóstico preciso de todas as instalações, sistemas, processos e espaços, pois as modificações a serem realizadas dependerão dessas informações e impactaram significativamente nos agentes responsáveis, funcionários e pessoal, uma vez que o BIM é uma ferramenta que envolve os processos, as pessoas e a tecnologia.

Conclui-se então que, a implementação do BIM é também benéfica na fase de operação e manutenção, tanto para os responsáveis por operar os sistemas, quanto para as construtoras e proprietários, visto que a fase que mais consome insumos é a pós-obra e quando todas as fases do projeto estão alinhadas, os benefícios serão de fluxo contínuo e integrado. Todavia, os desafios de integração ainda estão presentes, mas poderão ser resolvidos com a completa contribuição de todos os agentes e estudos específicos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações** – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 14037: Diretrizes para elaboração Manual de Uso, Operação e Manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.** - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 15575 - Desempenho de edificações habitacionais.** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 116280 - Reforma em edificações; Sistemas de gestão de reforma.** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ADDOR, M. (org); *et al.* Guia AsBEA. Boas práticas em BIM - Fascículo I. GTBIM - Grupo Técnico BIM -AsBEA. 20--.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **GUIA 1 – Processo de Projeto BIM.** Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, Vol. 1; p. 82. 2017.

AMORIM, S.L. Uma Tecnologia para o futuro imediato da construção. BIM - *Building Information Modeling*, Rio de Janeiro, *Proceedings*. 2011.

ANTONIOLI, P. E. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas.** 2003. f. 241. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-10072003-194106/en.php>>.

AKBARNEZHAD, A.; ONG, K.C.G.; CHANDRA, L.R. **Economic and environmental assessment of deconstruction strategies using building information modeling.** *Automation In Construction*, [s.l.], v. 37, p.131-144, jan. 2014. Elsevier BV. Disponível em: <<http://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/68847.pdf>>.

ARAÚJO, T.; HIPPERT, M. A.S; ABDALLA, J. G. F. **Diretrizes para elaboração de Projetos de Manutenção usando a tecnologia BIM.** 2 Simpósio Brasileiro de Qualidade de Projeto no Ambiente Construído. SBQP 2011. Rio de Janeiro. RJ. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/269080196_Diretrizes_para_elaboracao_de_Projetos_de_Manutencao_usando_a_tecnologia_BIM>.

ARCHIBUS. *Cose a Domanin.* 2019. Disponível em: <https://archibus.com/>

ARCHIFM. *Wide-ranging functionality in facility management.* 2019. Disponível em: <<http://www.archifm.net/>>.

AUTODESK. *Construction management software Connect, organize, and optimize your projects.* 2019. Disponível em: <https://www.autodesk.com/bim-360/>.

AYRES. C. G. F. **Acesso ao modelo integrado do edifício.** 2009. f 254. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 2009. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/20219>>.

BECERIK-GERBER B., JAZIZADEH F.; LI, N.; CALIS G. **Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management.** J. Constr. Eng. Manage., Vol. 138 No. 3, pp. 431-442. 2012. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/233897927_Application_Areas_and_Data_Requirements_for_BIM-Enabled_Facilities_Management>.

BENTLEY. **AssetWise: Garantindo operações seguras, confiáveis, em conformidade e com eficiência de custos.** 2019. Disponível em:< <https://www.bentley.com/pt/products/brands/assetwise>>.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras.** v.1, Brasília, 2016. p. 124.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Guia nacional para a elaboração do manual de uso, operação e Manutenção das edificações.** Brasília, 2014.

CAMPESTRINI, T. F; GARRIDO M. C; MENDES, R; SCHEER, S; FREITAS, M. C. D. **Entendendo o BIM.** Curitiba, 2015.

COELHO, K. M. **A Implementação e Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura.** 2017. f. 289. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Construção Civil. São Paulo. 2017. Disponível em:< <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-13032017-100600/publico/KarinaMatiasCoelhoCorr17.pdf>>.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH GROUP – CIC. **BIM Project Execution Planning Guide Version 2.0.** Pennsylvania State University, 2011

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH GROUP – CIC. **Building information Modeling – BIM: Planning Guide for Facility Owners Version 2.0.** Pennsylvania State University, 2013

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS INSTITUTE. **OMINICLASS: A strategy for classifying the built environment.** 2006. 29 p.

EAST, W. **Construction operations building information exchange (COBie).** *Whole Building Design Guide.* 2016. Disponível em:< <https://www.wbdg.org/resources/construction-operations-building-information-exchange-cobie>>.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia para modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros gerentes, construtores e incorporadores.** Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho; Kléos Magalhães Lenz César Junior, et al. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ERGEN, E.; AKINCI, B.; SACKS, R. **Life-cycle data management of engineered-to-order components using radio frequency identification.** *Advanced Engineering Informatics*, v. 21, n. 4, p. 356-366, 2007.

FARONI, M. C. C. **BIM nos processos de gestão de facilidades em uma universidade: Estudo de caso e diretrizes preliminares.** f. 216. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2017.

HAMMOND, R., N. NAWARI O., WALTERS, B. **BIM in Sustainable Design: Strategies for Retrofitting/Renovation.** *Computing In Civil and Building Engineering* ©ASCE, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283948015_BIM_in_Sustainable_Design_Strategies_for_RetrofittingRenovation>.

HARRIS, J. **Integration of BIM and Business Strategy.** *Evanston:* Northwestern University. f. 27. 2009. Disponível em: <https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2010/05/mpm-harris-capstone1.pdf>.

IBRAHIM, I; YUSOFF, W. Z W; SIDI, N. S. S.. *A Comparative Study on Elements of Space Management in Facilities Management at Higher Education Institutions*. IPEDR Vol. 10 2011, v. 10, p. 74-78, 2011. Disponível em: < <http://www.ipedr.com/vol10/15-E10013.pdf>>

ILTER, D; ERGEN, E. *BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions*. Istanbul Technical University. Structural Survey, Vol. 33 Iss 3. 2015. p. 228 – 256. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1108/SS-02-2015-0008>>.

INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION. *What is Facility Management?* Disponível em: <https://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>>.

KEHL, C; SIVIERO, L. A; ISATTO, E. L. **A tecnologia BIM na documentação e gestão da manutenção de edifícios históricos**. V Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação. Salvador. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329339288_A_tecnologia_BIM_na_documentacao_e_gestao_da_manutencao_de_edificios_historicos>.

KIVINIEMI, A.; CODINHOTO, R. *Challenges in the implementation of BIM for FM— Case Manchester Town Hall Complex*. In: *Computing in Civil and Building Engineering*. 2014. p. 665-672. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281100323_Challenges_in_the_Implementation_of_BIM_for_FM-Case_Manchester_Town_Hall_Complex>.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; MOREIRA, D.C.; PETRECHE, J.R.D.; FABRICIO, M. M. **O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KREIDER, R., MESSNER, J., DUBLER, C. *Determining the Frequency and Impact of Applying BIM for Different Purposes on Building Projects*. in *Proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC)* Penn State University, University Park, PA, USA, 2010.

LIMA, L. F. (org.); *et. al.* **Coletânea cadernos orientadores - Caderno de especificações técnicas para contratação de projetos em BIM – Edificações**. Secretaria De Estado De Infraestrutura E Logística Departamento De Gestão De Projetos E Obras. Curitiba - 2018

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo colaborativo com o uso do BIM**. f. 343. 2013. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014124306/publico/TESE_LEONARDO_MANZIONE.pdf>.

MASOTTI, L. F. C. *Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil*. f. 79. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis. 2014.

McARTHUR, J. J. *A Building Information Management (BIM) Framework and Supporting Case Study for Existing Building Operations, Maintenance and Sustainability*. Elsevier. *Procedia Engineering*. p. 01 – 08. 2015.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. **Barreiras para o uso da tecnologia da informação na construção civil**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Santos6/publication/228780162_Barreiras_para_o_uso_da_tecnologia_da_informacao_na_industria_da_construcao_civil/links/54268ff00cf2e4ce9407469a/Barreiras-para-o-uso-da-tecnologia-da-informacao-na-industria-da-construcao-civil.pdf>.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES - NIBS. *National Building Information Modeling Standard version 1 - Part 1: Overview, principles and methodologies*. 2008. 183p. Disponível em: <https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf>.

OTI, A. H. & TIZANI, W. *BIM extension for the sustainability appraisal of conceptual steel design*. Advanced Engineering. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270585733_BIM_extension_for_the_sustainability_appraisal_of_conceptual_steel_design>.

PADILHA, I. J. S. **BIM: Introdução ao sistema e seus benefícios para o mercado da construção civil na cidade de Maceió-AL**. Revista On-line IPOG. Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Dezembro. 2017.

PÄRN, E. A.; EDWARDS, D. J.; SING, M. C. P. **The Building Information Modelling trajectory in facilities management: A review**. *Automation In Construction*, v. 75, p.45-55. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311767883_The_building_information_modelling_trajectory_in_facilities_management_a_review>.

Informatics, 29, 28-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2014.09.001> (authors' submitted version) PADILHA, I. J. S. **BIM: Introdução ao sistema e seus benefícios para o mercado da construção civil na cidade de Maceió – AL**. Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção. Instituto de Pós-Graduação - IPOG. 2017. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - Ano 8, Edição nº 14 Vol. 01.

PENTTILÄ, H; RAJALA, M; FREESE, S. *Building information modelling of modern historic buildings. Predicting the Future*, 25th eCAADe Konferansi, Frankfurt am Main, Germany, p. 607-613, 2007. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2007_124.content.pdf>

PLANON. **Software Services**. 2018. Disponível em: <<https://planonsoftware.com/us/solutions/real-estate-management-software/>>.

RODAS, I. A. R. F. **Aplicação da Metodologia BIM, na Gestão de Edifícios**. f. 95. 2015. Dissertação de Mestrado - Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/143395027.pdf>>.

SANCHES, I. D.; FABRICIO, M. M. **Projeto para Manutenção**. In: VIII Workshop Brasileiro Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 2008, São Paulo. Anais do VIII Workshop Brasileiro - Gestão do Processo de Projetos na Construção, 2008. Disponível em: <<https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arquitec/lara/Workshop.pdf>>.

SANTOS, K. P. B. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM: enfoque nas manifestações patológicas de elementos da construção**. f. 202. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo. 2017.

STELL, J.; DROGEMULLER, R.; TOTH, B. *Model interoperability in building information modelling*. *Software & Systems Modeling*, v. 11, n. 1, p. 99-109. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220059371_Model_interoperability_in_building_information_modelling>.

SUCCAR, B. *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. *Automation in Construction*. Australia: University of Newcastle, 2009. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2942066/mod_resource/content/1/2009-Building_information_modelling_framework_A_research_and_delivery_foundation_for_industry_stakeholders.pdf%20%20%281%29.pdf>

TELES, R. P. **Gestão de universidades e tecnologias CAFM**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife.

Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015. <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/tic2015/027.pdf>

UNDERWOOD, J; ISIKDAG, U. *Handbook of research on Building information modeling and construction informatics: concepts and technologies*. Information Science Reference. New York. 2010. p.756.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs*. Automation in Construction, v. 38 109–127, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092658051300191X?via%3Dihub>>

WANG, C.; CHO, Y.; KIM, C. *Automatic BIM Component Extraction from Point Clouds of Existing Buildings for Sustainability Applications*. Automation in Construction, . 2015. Disponível em: <doi:10.1016/j.autcon.2015.04.001>.

WIGGINS, J. M. *Facilities manager's desk reference*. John Wiley; Sons, 2014.

WONG, J. K. W., ZHOU, J. *Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review*. Automation in Construction, v. 57 156–165, 2015. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580515001211?via%3Dihub>

YOUBIM. *YouBIM® BIM for FM. Buildings*. 2019. Disponível em <https://www.youbim.com/product-packages/youbim-bim-for-fm-simple/>.