



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo**

**PAULA PONTES MOTA**

**MODELO BIM PARA GESTÃO DE ATIVOS**

**CAMPINAS**  
**2017**

**PAULA PONTES MOTA**

**MODELO BIM PARA GESTÃO DE ATIVOS**

Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestra em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, na área de Arquitetura, Tecnologia e Cidade.

**Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Regina Coeli Ruschel**

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA PAULA PONTES MOTA E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. REGINA COELI RUSCHEL.

ASSINATURA DO ORIENTADOR(A)



---

**CAMPINAS**

**2017**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** FINEP, 0981/10; CAPES

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura  
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

M856m Mota, Paula Pontes, 1987-  
Modelo BIM para gestão de ativos / Paula Pontes Mota. – Campinas, SP :  
[s.n.], 2017.

Orientador: Regina Coeli Ruschel.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade  
de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Modelagem de informação da construção. 2. Construção civil. 3.  
Gerenciamento da informação. 4. Gestão. 5. Modelagem 3D. I. Ruschel,  
Regina Coeli, 1958-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** BIM model for asset management

**Palavras-chave em inglês:**

Building Information Modeling

Construction

Information management

Management

3D modeling

**Área de concentração:** Arquitetura, Tecnologia e Cidade

**Titulação:** Mestra em Arquitetura, Tecnologia e Cidade

**Banca examinadora:**

Regina Coeli Ruschel [Orientador]

Vanessa Gomes da Silva

Maria Aparecida Steinherz Hippert

**Data de defesa:** 04-12-2017

**Programa de Pós-Graduação:** Arquitetura, Tecnologia e Cidade

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E  
URBANISMO**

**MODELO BIM PARA GESTÃO DE ATIVOS**

**Paula Pontes Mota**

**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:**

Prof(a). Dr(a). Regina Coeli Ruschel  
**Presidente e Orientadora/UNICAMP**

Prof(a). Dr(a). Vanessa Gomes da Silva  
**UNICAMP**

Prof(a). Dr(a). Maria Aparecida Steinherz Hippert  
**UFJF**

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 04 de dezembro de 2017

À minha amada família.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente, à minha querida orientadora Regina Ruschel por todo apoio e motivação nos últimos anos. Regina, você foi minha melhor escolha desde 2013.

Aos meus pais, Sandra e Ricardo, que são toda minha força vital, minha base e minha luz. Amo muito vocês.

Ao meu irmão Bruno e minha cunhada Clarissa por me darem os melhores (e os piores) exemplos de vida, dos quais sigo todos.

À família que formei em Campinas, minhas duas amigas m a r a v i l h o s a s, Lorena e Fernanda, por todos os risos, choros, zoeiras, memes, sushis, seriados, viagens, roubos de carro, moquecas (ou não), tocs, ménages, café, marmotas e aooondes, muitos aooondes.

À família SIPPRO, principalmente ao Domingos que me acompanha em todas minhas jornadas.

Aos meus grandes amigos e seus ombros, em especial à Paula, Carol, Luciano, Ruana, Bruna e Renata. Obrigada pela força e por sempre acreditarem em mim.

Aos meus colegas da Pós-Graduação, em especial Rafaella, Giseli e Marcella, por todas as boas risadas que sempre damos juntas.

À família do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas, por me auxiliarem nessa jornada.

E, finalmente, ao FINEP-CNPQ e CAPES pelas bolsas disponibilizadas.

Me faltam palavras para agradecer a todos.

Muito obrigada!

## RESUMO

A implantação da Modelagem da Informação da Construção (BIM), considerando a área acadêmica e prática da indústria da construção civil, encontra-se em evolução, principalmente na fase de operação e manutenção do ciclo de vida da edificação. Para dar continuidade a essa evolução, o uso do modelo BIM em gerenciamento de *facilities* requer a compreensão sobre propriedades, informações e geometria dos objetos, visando a entrega após a fase de construção. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é identificar as transformações necessárias no modelo BIM para uso em gestão de ativos, em relação à evolução de suas propriedades e informações ao longo das etapas de concepção, desenvolvimento e construção. O método utilizado nesta pesquisa foi formado pela composição de Pesquisa Bibliográfica e Método Estruturalista. A Pesquisa Bibliográfica envolveu os temas BIM e gerenciamento de *facilities*, a fim de situar esta pesquisa a nível acadêmico. O Método Estruturalista identificou a gestão de ativos como sendo o tipo de gerenciamento de *facilities* em destaque, tanto no âmbito acadêmico quanto prático. A partir dessa identificação, houve a caracterização do Modelo Representativo no qual foi possível associar os registros necessários para a gestão de ativos aos conjuntos de propriedades – identificação, zoneamento, tipo, fabricação, especificação e operação – e as classificações das informações dos objetos – fase do ciclo de vida, agente responsável e características inerentes ao objeto ou ao processo. Esse Modelo Representativo foi aplicado à um modelo BIM existente, no qual foi possível a análise dos objetos de ativos, em termos de propriedades (registros) preenchidas, não preenchidas e inexistentes. Por fim, foi realizado o reconhecimento do tipo de transformação e esforços que o modelo BIM estudado deverá obter para ser utilizado em gestão de ativos. Ademais, essa transformação foi examinada a partir de dois cenários: o real e o representativo. Como resultados, houve: (i) a identificação das fases de concepção e construção, quando analisadas em conjunto, como as fases que mais demandam inserção de informações; entretanto, da mesma forma, a fase de operação, quando analisada isoladamente das demais, demanda maior inserção de informações no modelo, incluindo propriedades de especificação e operação; (ii) a identificação dos proprietários e gestores como os agentes com maior responsabilidade de fornecer as informações e cumprir atribuições; (iii) a identificação dos esforços de criação de novas propriedades e inserção de informações ao longo do ciclo de vida; (iv) a formação de dois cenários representativos visando a criação de propriedades nos objetos do modelo BIM ao longo do ciclo de vida da edificação. A partir da análise explicitada, a presente pesquisa contribuiu para com a viabilização e a integração do modelo BIM com sistemas de gerenciamento de *facilities*; com a explicitação de um Modelo Representativo BIM para a gestão de ativos a partir da identificação das informações necessárias; e com a compreensão dos tipos de esforços necessários (envolvendo informações, fase do ciclo de vida da edificação e agentes responsáveis) para que o modelo BIM seja utilizado para a gestão de ativos.

**Palavras-chave:** Modelagem da Informação da Construção. BIM. Gerenciamento de *facilities*. Gestão de ativos. Gestão predial.

## ABSTRACT

*The implementation of Building Information Modeling (BIM) is evolving in both academic and practical areas of the construction industry, mainly in operation and maintenance phase of the building lifecycle. The use of BIM for facilities management requires the understanding of the properties, information and geometry of the objects modelled. Thus, the objective of this research is to identify the necessary transformations in the BIM model for its use in asset management regarding the evolution of its properties and information through the project concept, design development and construction stages. The method used in this research is composed of Literature Review and Structuralist Method. The Literature Review considered BIM and facilities management themes. Among the several areas of facility management, the structuralist method identified asset management as a trend in both academic research and industry practice. Based on this identification, the Representative Model was developed in which it is possible to associate the necessary records for the asset management to the sets of properties - identification, zoning, type, manufacture, specification and operation - and the information classifications of the objects – phase of the life cycle, responsible agent and inherent characteristics of the object or process. This Representative Model was applied to an existing BIM model, in which it was possible to analyse the asset objects regarding proprieties (records) filled, unfilled and non-existent. Finally, it was recognised the type of transformation and efforts that the BIM model should obtain to be used in asset management. Also, the transformation was assessed in two scenarios: the real and the representative. The results show: (i) when analysed together, the phases of the design and construction are the ones that most require insertion of information; however, when analysed isolated, the operation phase is the one that demands higher insertion of information, such as specification and operation proprieties; (ii) owners and managers as the agents with the most significant responsibility in providing information and performing duties; (iii) the efforts necessary to create new properties and insertion of information throughout the life cycle; (iv) the formatting of two representative scenarios to create properties in the objects of the BIM model throughout the life cycle of the building. Therefore, this research contributes to the feasibility and integration of the BIM model with facilities management systems; provides a BIM Representative Model for asset management through the identification of required information; and, understands the types of effort (information, building life cycle phase and responsible agents) are required in the BIM model for asset management purposes.*

**Keywords:** *Building Information Modeling. BIM. Facilities Management. Asset Management. Building Management.*



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Níveis de maturidade de implantação de BIM em operação .....	16
Figura 2 - Organização de objetos e suas propriedades no modelo BIM no contexto da ferramenta Autodesk Revit .....	28
Figura 3 - Principais fatores para a adoção de BIM no ciclo de vida .....	30
Figura 4 - Usos do BIM .....	32
Figura 5 - Forma de análise dos resultados .....	45
Figura 6 - Delineamento da pesquisa.....	46
Figura 7 - Quantificação dos periódicos científicos internacionais .....	49
Figura 8 - Quantificação dos métodos utilizados.....	51
Figura 9 - Quantificação dos tipos de gerenciamento de <i>facilities</i> abordados.....	52
Figura 10 - Quantificação dos níveis de maturidade de BIM em operação .....	53
Figura 11 - Informações inseridas no modelo BIM visando gerenciamento de <i>facilities</i> .....	60
Figura 12 - Correlação dos resultados sobre tipos de gerenciamento .....	64
Figura 13 - Modelo BIM analisado.....	70
Figura 14 - Tabela de quantitativo na categoria EQUIPAMENTO DE FONTES do modelo BIM estudado .....	75
Figura 15 - Tabela de quantitativo por categoria do modelo BIM estudado .....	76
Figura 16 - Cenário de criação e inserção de propriedades e informações de registros de ativos no modelo BIM estudado .....	80
Figura 17 - Cenário de criação e inserção de propriedades e informações de registros de ativos concentrados na fase de concepção.....	81
Figura 18 - Cenário de criação e inserção de propriedades e informações de registros de ativos ao longo do ciclo de vida da edificação.....	82
Figura 19 - Tipo de transformação identificado no modelo estudado.....	85
Figura 20 - Modelo representativo.....	86
Figura 21 - Esforço demandado para que o modelo estudado seja utilizado em gestão de ativos .....	89

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação dos tipos de gestão e níveis de maturidade .....	54
Tabela 2 - Relação dos tipos de gerenciamento de <i>facilities</i> com ferramentas de gerenciamento .....	63
Tabela 3 - Registro de ativos: momento de inserção em relação à fase do ciclo de vida.....	67
Tabela 4 - Registro de ativos e os agentes envolvidos .....	68
Tabela 5 - Registro de ativos e a característica da informação, se é vinculada ao objeto ao processo .....	69
Tabela 6 - Objetos de ativos encontrados no modelo BIM estudado .....	73
Tabela 7 - Relação entre os registros de ativos e as categorias dos objetos.....	77
Tabela 8 - Esforço de criação de propriedades e inserção de informação nos objetos existentes de ativos por fase do ciclo de vida no modelo estudado .....	78
Tabela 9 - Esforço de criação de propriedades e inserção de informação nos objetos existentes de ativos por agentes responsáveis no modelo estudado .....	78
Tabela 10 - Esforço de criação de propriedades e inserção de informação nos objetos existentes de ativos por características da informação no modelo estudado .....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição do LOD 100 .....	35
Quadro 2 - Descrição do LOD 200 .....	35
Quadro 3 - Descrição do LOD 300 .....	36
Quadro 4 - Descrição do LOD 400 .....	36
Quadro 5 - Descrição do LOD 500 .....	36
Quadro 6 - Comparação dos LODs .....	37
Quadro 7 - Referências de artigos correlatos por periódico científico internacional ..	49
Quadro 8 - Referências de artigos correlatos por método utilizado .....	51
Quadro 9 - Referências de artigos correlatos por tipo de gestão identificado .....	52
Quadro 10 - Referências de artigos correlatos por nível de maturidade de BIM em operação .....	53
Quadro 11 - Principais registros de ativos segundo a norma BS 8210:2012 .....	65
Quadro 12 - Relação dos LODs das disciplinas modeladas .....	72
Quadro 13 - Análise das propriedades .....	87
Quadro 14 - Quantidade de parâmetros a serem modificados no modelo estudado	88
Quadro 15 - Registros de ativos x Propriedades em padrões abertos .....	91
Quadro 16 - Objetos de ativos da disciplina de arquitetura .....	108
Quadro 17 - Objetos de ativos da disciplina de climatização .....	111
Quadro 18 - Objetos de ativos da disciplina de detecção .....	112
Quadro 19 - Objetos de ativos da disciplina de instalações elétricas .....	112
Quadro 20 - Objetos de ativos da disciplina de instalações das fontes .....	113
Quadro 21 - Objetos de ativos da disciplina de instalações hidráulicas .....	113
Quadro 22 - Objetos de ativos da disciplina de instalações de combate ao incêndio .....	114
Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC .....	116

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

3D – 3 Dimensões

4D – 4 Dimensões

AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação

AIA – *American Institute of Architects*

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

ASCE – *American Society of Civil Engineering*

BAS – *Building Automation System*

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BIFM – *British Institute of Facilities Management*

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer-Aided Design*

CAFM – *Computer-Aided Facility Management*

CEN – European Committee for Standardisation

CIC - *Computer Integrated Construction*

CMMS – *Computerized Maintenance Management System*

COBie – *Construction Operations Building Information Exchange*

EAM – *Enterprise Asset Management*

ER – *Exchange Requirements*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

FM – *Facility Management*

IBICT – Instituto Brasileiro da Informação em Ciência e Tecnologia

IDM – *Information Delivery Manual*

IFC – *Industry Foundation Class*

IFMA – *International Facility Management Association*

IWMS – *Integrated Workplace Management System*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

LOD – *Level of Development*

MVD – *Model View Definition*

NFMA – *National Facility Management Association*

PDF – *Portable Document Format*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVO	17
1.2	ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	18
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>20</b>
2.1	GERENCIAMENTO DE <i>FACILITIES</i>	20
2.1.1	<i>Histórico</i>	21
2.1.2	<i>Tipos de gerenciamento de facilities</i>	22
2.1.3	<i>Funções do gerenciamento de facilities</i>	24
2.1.4	<i>Sistemas de gerenciamento</i>	26
2.2	<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	27
2.2.1	<i>BIM no ciclo de vida da edificação</i>	29
2.2.2	<i>Usos do BIM</i>	31
2.2.3	<i>Nível de desenvolvimento do modelo BIM</i>	34
2.2.4	<i>Interoperabilidade entre ferramentas</i>	38
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>41</b>
3.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	41
3.2	MÉTODO ESTRUTURALISTA	43
3.2.1	<i>Classificação dos registros ou Modelo Representativo</i>	43
3.2.2	<i>O fenômeno concreto</i>	44
3.2.3	<i>Caracterização do modelo BIM ou Realidade estruturada</i>	44
3.3	ANÁLISE	45
3.4	DELINEAMENTO MACRO DA PESQUISA	46
<b>4</b>	<b>RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>47</b>
4.1	AMOSTRA RESULTANTE	47
4.2	ANÁLISE DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	48
4.3	USO DO BIM EM GERENCIAMENTO DE <i>FACILITIES</i>	56
<b>5</b>	<b>RESULTADOS DO MÉTODO ESTRUTURALISTA</b>	<b>62</b>

5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS REGISTROS .....	62
5.2 IDENTIFICAÇÃO DO FENÔMENO CONCRETO .....	70
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO BIM ESTUDADO .....	72
<b>6 TRANSFORMAÇÕES DO MODELO BIM .....</b>	<b>84</b>
6.1 ESFORÇO DEMANDADO NO MODELO ESTUDADO .....	86
6.2 ESFORÇO DEMANDADO NO MODELO REPRESENTATIVO .....	89
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE A – LISTA DOS OBJETOS DE ATIVOS DO MODELO BIM ESTUDADO</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO A – CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DO COBIE E IFC.....</b>	<b>115</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) é influenciada por rápidas transformações tecnológicas. Essas transformações ocorrem, principalmente, a partir do surgimento de novos mecanismos de comunicação, de atualizações de *hardware* e *software*, e de novos meios de gerenciamento de dados, acarretando em projetos com melhor qualidade, e com redução no tempo e custo de produção (EASTMAN et al., 2008). Diante desse cenário, os mesmos autores reiteram que a implantação da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) é um dos fatores responsáveis pelo crescimento da indústria AECO.

Atualmente, a implantação de BIM se concentra, principalmente, nas fases de projeto e construção, em relação ao ciclo de vida da edificação. No que se refere às fases de operação e manutenção, a implantação do BIM ainda se encontra imatura (TEICHOLZ, 2013a; DETTWILER, 2012, p. 49).

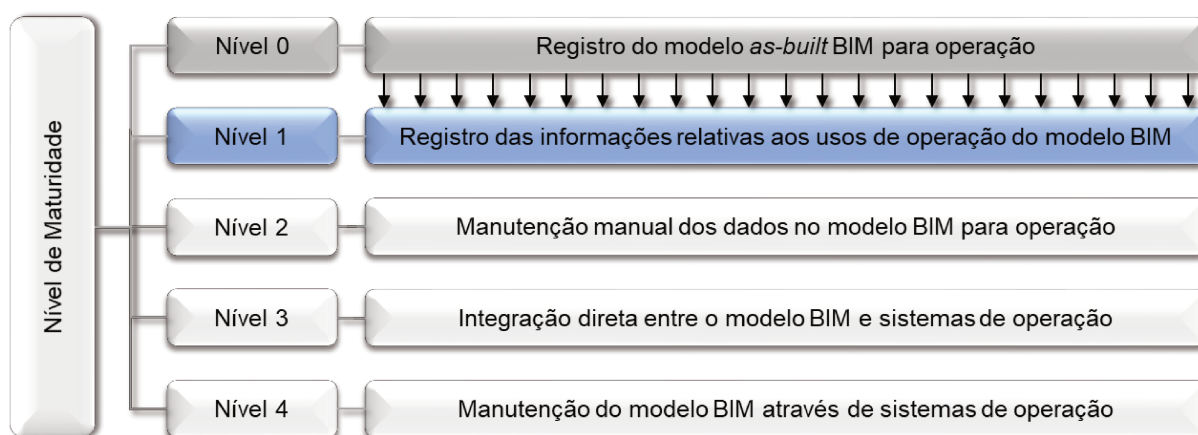
Métodos ou estratégias para a aplicação de BIM durante as fases do ciclo de vida da edificação, para atingir um ou mais objetivos específicos, são denominados usos de BIM (CIC, 2013, p. 11). Sob esta ótica, e considerando aspectos da implantação de BIM, o *Computer Integrated Construction Research Program* (CIC 2013, p. 9) classifica mundialmente o nível de maturidade do uso de BIM como mediano na fase de projeto e inicial na fase de operação. O nível de maturidade do uso de BIM em projeto e construção é considerado mediano, pois apesar desse uso ser extensivo, o compartilhamento entre intervenientes é limitado. Já o nível de maturidade do uso de BIM em operação é considerado inicial, pois no momento atingiu-se somente a modelagem da informação na forma do modelo *as-built* BIM, que é assim recebido para o gerenciamento da edificação (*Facility Management* – FM).

Ademais, o relatório “*The Business Value of BIM for Constructions in Major Global Markets*” (MCGRAW, 2014, p. 37) diagnosticou o Brasil com baixa porcentagem (27%) declarada de atividades BIM na fase de operação – em relação ao registro de informações no modelo – em relação aos outros países como Canadá

(53%), a Nova Zelândia (47%) e a Coréia do Sul (25%). Contudo aponta-se, dentre as construtoras consultadas, que existe o interesse em adicionar informação de operação e manutenção no modelo BIM entregue ao proprietário.

Entre 2008 e 2014, Eastman et al. (2008, p. 16) e Kiviniemi e Codinhoto (2014) caracterizaram a indústria da Construção Civil, com foco em gerenciamento de *facilities*, em seus primórdios do uso de BIM, pois na época havia relativamente pouca informação sobre o uso real de BIM na operação e manutenção de edificações. Corroborando com essa afirmativa, CIC (2013, p. 9) apontava que o caminho a ser percorrido na aplicação de BIM, na fase de operação era longo e requeria a implantação de métodos que passam pelos níveis de maturidade, conforme apresentados na Figura 1. Entretanto, este cenário se modificou, sendo possível atualmente identificar de forma irregular pesquisas e casos de implementação de BIM que atestam todos níveis de maturidade.

**Figura 1 - Níveis de maturidade de implantação de BIM em operação**



Fonte: Adaptado de CIC (2013)

A cor cinza (na Figura 1) destaca o estágio atual de implementação de BIM em operação caracterizado para o Brasil por McGraw (2014). Por sua vez, a cor azul realça o estágio de implantação de BIM que esta pesquisa deseja abordar em conjunto com o esforço de transição, representado pelas setas (do Nível 0 ao Nível 1). Acredita-se estar endereçando um nicho em pesquisa associada aos usos de BIM coerentemente com as demandas da indústria AECO.



Tem-se como exemplo de uso em operação da edificação a gestão de ativos<sup>1</sup>, que é o foco principal desta pesquisa. O objetivo da gestão de ativos é permitir que uma organização tenha os ativos adequados às suas necessidades comerciais e fornecer serviços de suporte para que estes possam funcionar efetivamente (HASTING, 2015). Assim, a gestão de ativos permite que uma organização obtenha o valor de seus ativos à medida que persegue seus objetivos organizacionais. A gestão de ativos suporta a realização de valor enquanto equilibra os custos financeiros, ambientais e sociais, o risco, o nível e a qualidade do serviço e o desempenho dos ativos. O que constitui valor dependerá dos objetivos, da natureza e finalidade da organização (ABNT, 2014). Segundo Hasting (2015), os ativos podem ser classificados em: físicos, financeiros, humanos, informacionais e intangíveis. Exemplos de ativos físicos são plantas industriais, maquinaria, edifícios, estradas, veículos, ferrovias, aeronaves, equipamentos de comunicação e outras infraestruturas. Esta pesquisa enfoca a partes específicas de um edifício como ativo físico.

## 1.1 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é identificar as transformações necessárias no modelo BIM de um edifício para uso em gestão de ativos, em relação à evolução de suas propriedades e informações associadas aos objetos do modelo<sup>2</sup>.

Os objetivos específicos envolvem:

- (i) Identificação dos tipos de gerenciamento de *facilities* mais usuais no campo acadêmico e prático;
- (ii) Identificação dos principais registros para atender à gestão de ativos;
- (iii) Análise crítica de um modelo BIM, que visa a gestão de ativos, em relação ao nível de desenvolvimento e à quantidade e qualidade das propriedades e informações dos objetos do modelo.

---

<sup>1</sup> Um ativo é um item, algo ou entidade que tem valor real ou potencial para uma organização (ABNT, 2014).

<sup>2</sup> Compreende-se como objetos do modelo BIM: objetos construtivos arquitetônicos (paredes, esquadrias, pisos, forros etc.), e de instalações (tubos, conexões, acessórios, equipamentos etc.)

## 1.2 Organização do texto

O texto que segue adota a seguinte composição de capítulos:

O **Capítulo 1** apresenta uma introdução à questão abordada, com análises em escala mundial dos níveis de maturidade de implantação de BIM em operação. Além disso, destacam-se também os objetivos gerais e específicos desta pesquisa.

O **Capítulo 2** inclui uma revisão da literatura, abrangendo os temas gerenciamento de *facilities* e BIM, além de fornecer sustentação teórica à pesquisa. A seção de gerenciamento de *facilities*, expõe um breve histórico do tema, apresenta os tipos e as funções relevantes ao gerenciamento, e destaca os principais tipos de sistemas de gerenciamento de *facilities*. Por sua vez, a seção de BIM apresenta uma introdução ao ciclo de vida da edificação, um entendimento sobre a modelagem orientada ao objeto, os diversos usos do BIM ao longo do ciclo de vida e os possíveis níveis de desenvolvimento que os objetos inseridos em modelo podem apresentar. Inclui-se também uma explanação sobre interoperabilidade com uso de padrões abertos.

O **Capítulo 3** apresenta o delineamento dos dois métodos científicos utilizados nesta pesquisa: Pesquisa Bibliográfica e Método Estruturalista.

O **Capítulo 4** mostra os resultados da Pesquisa Bibliográfica, que envolveu um aprofundamento da literatura relacionado aos temas BIM aplicado a gerenciamento de *facilities*, a fim de melhor posicionar esta pesquisa em nível acadêmico. O resultado da Pesquisa Bibliográfica subsidiou o Método Estruturalista.

O **Capítulo 5** exhibe os resultados do Método Estruturalista, que teve como objetivo: (i) Classificação dos registros necessários para a gestão de *facilities* identificada como de interesse; (ii) Identificação do fenômeno concreto, representado por um modelo BIM; e (iii) Caracterização do modelo BIM selecionado para a identificação de todos os objetos do modelo que continham os registros classificados na etapa anterior.

O **Capítulo 6** apresenta o tipo de transformação que o modelo BIM estudado precisará comportar para atender ao tipo de gerenciamento de *facilites* selecionado para esta pesquisa.

Por fim, o **Capítulo 7** expõe a conclusão desta pesquisa. O **Apêndice A** exibe a lista completa com todos os objetos da gestão específica, do modelo BIM estudado e o **Anexo A** apresenta uma tabela comparativa entre às propriedades de dois padrões abertos que podem ser utilizados para simplificar e favorecer a implantação do BIM em gerenciamento de *facilities*.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir é apresentada uma revisão da literatura relacionada aos principais temas pertinentes à esta pesquisa, através da exposição de conceitos, usos e exemplos. Esta seção inicia-se com a revisão de gerenciamento de *facilities*, seguida pela revisão de BIM.

### 2.1 Gerenciamento de *facilities*

Para que as atividades de controle e operação de uma edificação aconteçam de forma contínua e eficaz, é necessário realizar o gerenciamento de *facilities*, durante as fases de operação e manutenção do ciclo de vida da edificação. Esse gerenciamento tem, como objetivos primordiais, promover segurança, bem-estar e eficiência no ambiente de trabalho para os usuários da edificação (GSA, 2011, p. 2).

O gerenciamento de *facilities* originou-se a partir de preocupações com questões operacionais de manutenção e limpeza da edificação, e segurança do usuário da edificação. Com o crescimento da complexidade dos edifícios e, conseqüentemente, com o aumento do custo da operação, houve a necessidade de introduzir funções de gerenciamento tático e estratégico, de gestão de recursos humanos e de tecnologia da informação (PRICE, 2003, p. 30). Em outras palavras, o gerenciamento de *facilities* é o meio que garante o bom funcionamento de uma edificação, através do conjunto de sistemas e processos relacionados (ALEXANDER, 2003a, p. 1).

A *International Facility Management Association* (IFMA) e o *British Institute of Facilities Management* (BIFM) adotam a definição de gerenciamento de *facilities* da norma europeia CEN (2006), como sendo a “integração de processos, dentro de uma edificação, para manter e desenvolver serviços que apoiam e melhoram a eficácia de suas atividades primárias”.

Em contribuição à essa declaração, Wiggins (2010, p. 6), afirma que o gerenciamento de *facilities* envolve: assumir controle, somar valores, dar suporte às atividades para garantir que o ambiente de trabalho não impeça a produtividade da

atividade principal e nem dos trabalhadores. Para esses autores supracitados, assim como para Alexander (2003b, p. 2), gerenciamento de *facilities* está principalmente relacionado à eficácia da edificação, que depende do potencial de criação de boas condições para exercer atividades, como trabalho e moradia.

A norma britânica BSI (2012) comenta que um gerenciamento de *facilities* eficaz vai ao encontro dos objetivos da edificação, principalmente em relação à manutenção e à responsabilidade ambiental e social. Como consequência, Wiggins (2010, p. 12) afirma que um bom gerenciamento pode resultar: (i) na integração dos diferentes processos de serviços em toda a edificação; (ii) no vínculo dentro da edificação em nível estratégico, tático e operacional – posteriormente detalhados neste capítulo; (iii) na comunicação consistente entre o gestor e os usuários; e (iv) na relação de parceria entre clientes, usuários finais e fornecedores de serviço.

### 2.1.1 Histórico

A origem do gerenciamento de *facilities* pode ser atribuída a uma era de gestão científica e da subsequente explosão da administração de empresas, no início de 1900, tendo como estopim a introdução de computadores no local de trabalho. Nos anos seguintes, à medida que as novas tecnologias foram adotadas, o gerenciamento de *facilities* foi expandindo-se e desenvolvendo-se até as décadas mais recentes (WIGGINS, 2010). O termo *facility management* foi mencionado pela primeira vez na década de 1960, sendo atribuído à gestão de sistemas informáticos, e depois ampliado para gestão de projetos e de ativos (WIGGINS, 2010).

No início de 1970, dois eventos simultâneos auxiliaram na evolução do gerenciamento de *facilities*: o uso de mobiliários independentes e móveis, e a introdução de terminais individuais de computadores para uso dos gestores da edificação. Essas mudanças bastaram para que os gestores precisassem de orientações quanto às novas metodologias e técnicas de gerenciamento (PRICE, 2003).

Em 1979, um empresário do setor de mobiliários, Herman Miller, reuniu um grupo de clientes em uma conferência para discutir a influência do gerenciamento de *facilities* na produtividade empresarial (WIGGINS, 2010). Esta conferência expressou

a necessidade da criação de uma organização composta por profissionais das edificações. A fundação da Associação Nacional de Gerenciamento de *Facilities* (*National Facility Management Association* – NFMA) surgiu a partir da necessidade de desenvolvimento do gerenciamento de *facilities*, visando outras gestões que não fossem de projetos e de ativos. Com o tempo, o NFMA transformou-se no IFMA, sinalizando, dessa forma, os anos de 1980 como um período importante para o progresso do gerenciamento de *facilities* (WIGGINS, 2010; IFMA, 2016; PRICE, 2003).

Nos anos 2000, o gerenciamento de *facilities* cresceu e passou a abranger outros tipos de gestões como as de risco, financeira, de recursos humanos e do imóvel, amplificando a eficiência e produtividade das organizações (WIGGINS, 2010).

### 2.1.2 Tipos de gerenciamento de *facilities*

Para um gestor estar apto a gerir uma edificação, a IFMA reconhece que a amplitude do conhecimento e experiência que o candidato deve dispor envolve diversos tipos de gestão, como de operação e manutenção, de espaço, de recursos humanos e ambientais (IFMA, 2016). Relacionando os tipos de gestão exibidos no IFMA com os tipos apresentados por Best, Langston e Valence (2003), Alexander (2003a), Booty (2009), Teicholz (2004) e Wiggins (2010), foi possível determinar os principais tipos de gestão, que fazem parte do gerenciamento de *facilities*. São eles: gestão estratégica, gestão do espaço, gestão da informação, gestão do risco, gestão de recursos humanos, gestão de operação, gestão do imóvel, gestão de ativos, gestão ambiental e gestão de energia, descritos a seguir:

- a. A **gestão estratégica** é uma gestão baseada em metas capazes de prever futuras necessidades da edificação e de desenvolver soluções antecipadas, como identificação de valor, análise de custo-benefício, avaliação de risco e negociações (THEN, 2003, p. 69).
- b. A **gestão do espaço** é usada para determinar a quantidade e as dimensões dos espaços de uma edificação, com a finalidade de monitoramento, realocação e redimensionamento dos espaços, caso necessário (MUIR, 2003, p. 81).

- c. A **gestão da informação** abrange inovações de base tecnológica que automatizam processos e sistemas, como edifícios inteligentes, sensores de monitoramento, ferramentas integradas e bases de dados da internet (SMITH, 2003b, p. 104).
- d. A **gestão do risco** envolve processos de identificação e análise de riscos, que buscam propostas para evitar, transferir ou até anular o risco (BAJAJ, 2003, p. 128).
- e. A **gestão de recursos humanos** tem o objetivo de obter o melhor empenho e resultado do trabalho dos funcionários, através de estratégias motivacionais e treinamentos teóricos e práticos (WILKINSON; LEIFER, 2003, p. 146).
- f. A **gestão de operação e manutenção** é o conjunto de atividades que permite que uma edificação funcione ininterruptamente e com eficácia, pois garante o funcionamento adequado de serviços e equipamentos que possuem a necessidade de manutenção regular (HASSANAIN; FROESE; VANIER, 2003, p. 178).
- g. A **gestão da propriedade** refere-se à gestão do investimento aplicado à propriedade, como compra, aluguel, expansão, descentralização ou reforma, com o objetivo de maximizar o retorno do investimento para a edificação (DEWULF; DEPUY; GIBSON, 2003, p. 206).
- h. A **gestão de ativos** é a gestão de inventários, plantas e equipamentos através de registros que listam informações como: detalhes de especificação, datas de aquisição, número de série, valorização monetária, seguros, garantia, localização, requisitos de manutenção (DEVINE, 2003, p. 241).
- i. A **gestão ambiental** envolve processos e práticas que reduzem, eliminam, ou até evitam impactos ambientais negativos causados pela edificação (COOPER, 2003, p. 111).
- j. A **gestão de energia** é o processo de análise da eficiência e do custo da energia consumida em uma edificação, a partir da medição local (FERREIRA, 2004, p. 231).

Esses tipos de gestão requerem experiência e destreza dos profissionais envolvidos, além de boa comunicação e troca de informação.

### 2.1.3 Funções do gerenciamento de *facilities*

Para o gerenciamento de *facilities*, usuários eficientes e espaços confortáveis significam aumento na capacidade de atividades, no que se refere ao potencial, criatividade e prosperidade. Isso significa que, manter a comodidade dos usuários e permitir que eles sejam produtivos em suas atividades diárias é fundamental para reter a força de trabalho e garantir crescimento nos negócios (SMITH, 2003a).

Além do usuário e do espaço, outro fator que influencia no gerenciamento de *facilities* é a função da edificação. De acordo com Springer (2004, p. 1.12), as edificações são únicas e suportam mudanças ao longo do tempo. Pela singularidade, diferenciam-se em função, forma e no modo como usam os sistemas e identificam os processos necessários para planejar, prover e gerenciar os ambientes. Essas características resultam na necessidade de adaptação da função do gerenciamento para cada situação.

A função do gerenciamento de *facilities* é definida pela principal atividade exercida na edificação e seu sucesso é influenciado pela eficiência do gerenciamento (ALEXANDER, 2003a, p. 14). De acordo com Price (2003, p. 30), o gerenciamento de *facilities* abrange mais do que apenas questões operacionais, uma vez que se deve considerar novas oportunidades de aquisição, incluindo os processos de desenvolvimento e gerenciamento de projetos. Ou seja, ele abrange também o conjunto de conhecimento técnico, administrativo e empreendedor, advindo de pessoas de diversas origens, incluindo arquitetos, engenheiros e gestores de negócios, de imóveis e de construção.

As funções do gerenciamento de *facilities* dentro de uma edificação são agrupadas em três níveis: estratégico, tático e operacional (WIGGINS, 2010). De acordo com o mesmo autor, esses níveis são responsáveis por:

- Nível estratégico: (i) definição da estratégia global; (ii) definição de configurações para o espaço, recursos, processos e serviços; (iii) troca de informações em nível corporativo; (iv) inicialização de análise de risco para prever adaptações; (v) monitoramento de indicadores de performance; (vi) gerenciamento do impacto no meio ambiente e na comunidade; (vii) contato com autoridades e proprietários;



- Nível tático: (i) implantação e monitoramento de diretrizes estratégicas; (ii) desenvolvimento de planos orçamentários; (iii) troca de informações em nível tático; (iv) definição e interpretação de indicadores de performance; (v) monitoramento do cumprimento de leis e normas; (vi) gestão de processos, projetos e acordos; (vii) gestão da equipe; (viii) otimização do uso de recursos; (ix) interpretação, adaptação e retratação de mudanças; (x) comunicação com prestadores de serviços a nível tático;
- Nível operacional: (i) monitoramento e controle dos processos de prestação de serviços; (ii) recolhimento de dados e *feedback* dos usuários para avaliação de desempenho; (iii) troca de informações em nível operacional; (iv) comunicação com prestadores de serviços.

Os autores Best, Langston e Valence (2003, p. 49) elucidam que a administração dessas funções envolve diretamente três categorias de agentes: os gestores, os consultores e os prestadores de serviços. Os gestores são responsáveis por uma ou mais edificações a nível estratégico. Os consultores fornecem conhecimento em áreas diversas, como a arquitetura, estrutura e gestão de custos, a nível tático. Os prestadores de serviços incluem os representantes de empresas de limpeza, de seguro, de móveis, e outros serviços de apoio a nível operacional.

Sendo assim, o gerenciamento de *facilities*, na busca de agregar o valor à uma edificação, deve priorizar o nível estratégico, ou seja, os gestores devem ser proativos em sua abordagem e serem capazes de prever necessidades da edificação no futuro (BEST; LANGSTON; VALENCE, 2003; THEN, 2003). As funções dos gestores das edificações incluem localizar, organizar, acessar e manter as informações contidas em uma grande quantidade de documentos gerados durante as fases do ciclo de vida da edificação (McGREGOR; THEN, 2003).

Os documentos que envolvem o processo de construção da edificação, que são entregues ao proprietário, são essenciais para submissão e aprovação legal do projeto, como preparação do contrato, aprovação do proprietário, apresentações e soluções de problemas. Atualmente, é comum armazenar esses documentos em salas reservadas para esta finalidade (EAST; NISBET; LIEBICH, 2013, p. 63).

Ratificando essa afirmação, Teicholz (2013a) menciona que a maioria das edificações armazenam os documentos em depósitos localizados nos subsolos ou em locais com difícil ventilação. Esses documentos são necessários e utilizados no gerenciamento de *facilities* e, em consequência desse tipo de armazenagem, há desperdício de tempo para localizar e verificar as informações requisitadas. Além disso, a falta de atualizações das informações gráficas dos projetos, das condições físicas da edificação e das informações sobre reparos contribuem para a falta de manutenção e dificultam o uso e a operação da edificação.

Devido à necessidade de obter informações confiáveis e precisas para resolver questões operacionais, a integração dessas informações torna-se essencial, beneficiando tanto aos gestores como aos proprietários e usuários das edificações (McGREGOR; THEN, 2003).

Dado o espaço necessário para armazenar a grande quantidade de documentos, e a falta de cuidado da armazenagem, de acordo com alguns proprietários de edificações de países como os Estados Unidos e os países do Reino Unido, passou-se a exigir a entrega dos documentos em Formato de Documento Portátil (*Portable Document Format – PDF*). Contudo, essa medida não solucionou completamente o problema, pois o PDF dificultou a procura de dados e imagens, além da possibilidade dos meios de transferências das informações (CD, *Pen-Drive*, *E-mails*) sofrerem riscos de perdas e danos (EAST; NISBET; LIEBICH, 2013, p. 63).

Uma das soluções para a questão acima é o uso de um sistema de gerenciamento de *facilities*. Para isso, é preciso transferir as informações impressas para arquivos digitais, no qual, normalmente, é feito pelo gestor ou proprietário da edificação (TEICHOLZ, 2013a).

#### 2.1.4 Sistemas de gerenciamento

Para haver organização, monitoramento e controle durante o gerenciamento de *facilities*, os gestores contam com sistemas e ferramentas adequadas, a fim de maximizar a eficiência do processo de gerenciamento (BARRETT; BALDRY, 2003; AKIN, 1994). Contudo, com o rápido avanço tecnológico, esses sistemas e

ferramentas transformam-se constantemente, acarretando, para os gestores, a necessidade de rápida e constante adaptação (DETTWILER, 2012, p. 50).

Os principais sistemas de informações que podem ser utilizados na área de gerenciamento de *facilities* são: (i) Sistema Computacional de Gerenciamento de Manutenção (*Computerized Maintenance Management System – CMMS*); (ii) Gestão de *Facilities* Assistida por Computador (*Computer-Aided Facility Management - CAFM*); (iii) Projeto Assistido por Computador (*Computer-Aided Design – CAD*); (iv) Sistema Integrado de Gestão do Ambiente de Trabalho (*Integrated Workplace Management System - IWMS*); (v) Planejamento de Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning - ERP*); e (vi) Gerenciamento de Ativos Empresariais (*Enterprise Asset Management – EAM*) (SABOL, 2013).

Essa diversidade de sistemas significa que, durante o gerenciamento de *facilities*, cada sistema é responsável por uma área específica. Atualmente existe uma variedade de fornecedores de ferramentas que incorporam os sistemas supracitados. Essas ferramentas evoluíram ao longo do tempo, e passaram de um simples programa de registro de informações para soluções que visam ampliar a eficiência e execução de processos (PLANON, 2016). Sendo assim, essas ferramentas abordam diferentes tipos de gerenciamento, acarretando numa ampla variação de informações inseridas e extraídas. Para evitar perdas, a troca de informações entre ferramentas, durante a fase de uso e operação de uma edificação, pode ocorrer eletronicamente.

## **2.2 Building Information Modeling**

Embora as pesquisas de modelagem da informação existam desde os anos de 1970 e 1980, principalmente na Europa e nos Estados Unidos, a indústria AECO começou a implantar o BIM praticamente em meados dos anos 2000 (AZHAR; KHALFAN; MAQSOOD, 2012).

O BIM é definido por Eastman et al. (2008, p. 13) como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Já de acordo com NIBS (2007), BIM pode ser definido como sendo uma representação digital das características físicas e

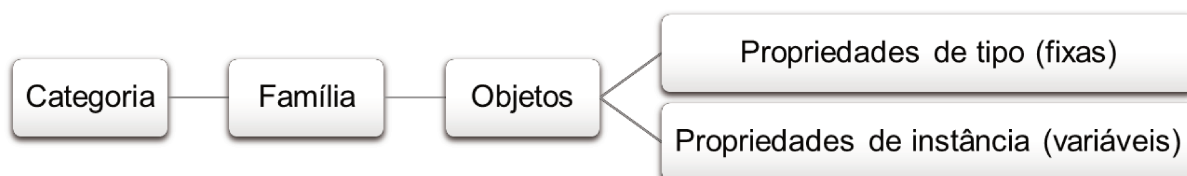
funcionais de uma edificação, usada para compartilhar conhecimentos e informações durante o ciclo de vida do projeto. Esta segunda definição volta-se para o modelo de informação, ao contrário da primeira, que abrange não somente o modelo, mas também o conjunto de processos para todo o ciclo de vida de uma edificação.

Sob um enfoque mais tecnológico, o BIM pode ser considerado uma tecnologia para o desenvolvimento e uso da informação, visando a documentação do projeto, a simulação da construção e a operação da edificação (ANDRADE; RUSCHEL, 2011). Seu caráter tridimensional, paramétrico e armazenável facilita a colaboração, integração e execução de simulações e de análises (SABOL, 2013; SUCCAR, 2009).

Dessa forma, o BIM é considerado uma modelagem orientada a objeto que possui propriedades fixas (propriedade de tipo) e variáveis (propriedade de instância), que possibilitam modificações no modelo geométrico (BARRIOS, 2004; BARRIOS, 2006). Dessa forma, de acordo com Eastman et al. (2008), os objetos utilizam um ambiente em que as alterações nas propriedades podem ser feitas facilmente, possibilitando uma multiplicidade de opções de variações daquele objeto.

Em outras palavras, ao invés de modelar uma forma única e específica, o projetista pode criar uma categoria ou uma família de objetos, que são definidos por uma variedade de relações – propriedades de tipo e de instância -, usadas para controlar as características dos objetos de acordo com o uso (EASTMAN et al., 2008; ANDRADE; RUSCHEL, 2011). Dessa forma, o modelo da informação da construção é criado a partir de uma composição de instâncias de objetos e relações entre estes. A Figura 2 apresenta a relação descrita acima.

**Figura 2 - Organização de objetos e suas propriedades no modelo BIM no contexto da ferramenta Autodesk Revit**



Fonte: Baseado em Eastman et al. (2008) e Andrade e Ruschel (2011)

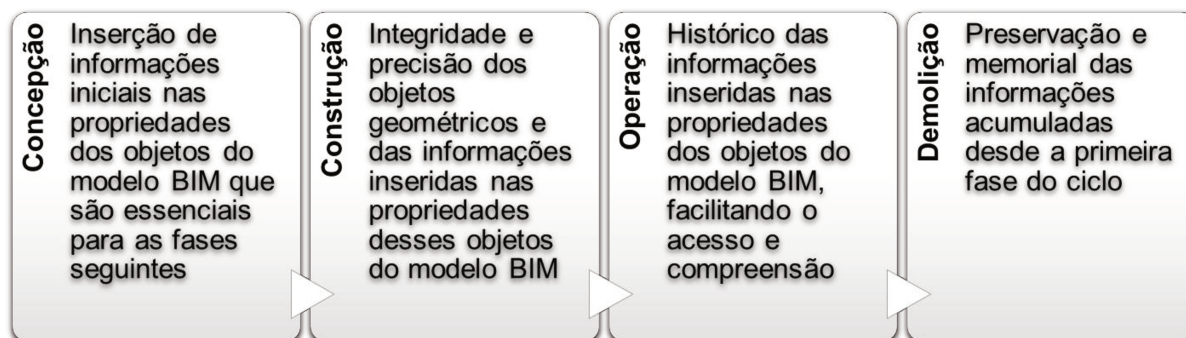
Em relação aos benefícios do BIM ao longo ciclo de vida da edificação, Eastman et al. (2008) apresentam como principais: (i) melhoria da qualidade conceitual do projeto; (ii) aumento da qualidade e do desempenho da construção; (iii) correções automáticas; (iv) geração de desenhos 2D precisos; (v) colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas; (vi) verificação facilitada das intenções de projeto; (vii) extração de estimativas de custo; (viii) intensificação da eficiência energética e da sustentabilidade; (ix) sincronização de projeto e planejamento da construção; (x) detecção de interferências; (xi) reação rápida aos problemas da construção; (xii) detalhamento de componentes para fabricação; (xiii) auxílio na implantação das ferramentas de *Lean Construction* (Construção Enxuta); (xiv) sincronização da aquisição de materiais com a construção; (xv) suporte ao gerenciamento e operação das edificações; (xvi) integração com sistemas de gerenciamento de *facilities*. Sendo assim, o BIM implica em mudanças nos processos de projeto e de construção, no acompanhamento do ciclo de vida da edificação baseados na coordenação, e na interoperabilidade através do compartilhamento e reuso das informações (ANDRADE; RUSCHEL, 2011).

### 2.2.1 BIM no ciclo de vida da edificação

De modo geral, as edificações possuem um ciclo de vida segmentado nas seguintes fases: planejamento, concepção, construção, instalação, ocupação, operação, manutenção, revitalização, desmonte e demolição (NIST, 2004). A implantação do BIM durante o ciclo de vida da edificação auxilia no processo de projeto e incentiva a colaboração interpessoal, o que torna o BIM um componente vital da segurança da informação. Dessa forma, o objetivo é mitigar a perda de informação durante a transição das fases do ciclo de vida (SMITH; TARDIF, 2009).

De acordo com NIST (2006), Smith e Tardif (2009), e Azhar, Khalfan e Maqsood (2012), os principais fatores e benefícios para a adoção do BIM durante o ciclo de vida da edificação estão apresentados na Figura 3, distribuídos nas seguintes fases: Concepção (referente ao planejamento e à concepção), Construção (referente à construção e à instalação), Operação (referente à ocupação, à operação e à manutenção) e Demolição (referente ao desmonte e à demolição).

Figura 3 - Principais fatores para a adoção de BIM no ciclo de vida



Fonte: Baseado em NIST (2006), Smith e Tardif (2009), e Azhar, Khalfan e Maqsood (2012)

Na fase de **Concepção**, a necessidade do uso do BIM é ocasionada pelo desejo de avaliar a futura edificação em relação à capacidade de construção, à eficiência e aos custos operacionais. Essa fase dispõe de uma grande quantidade de informações essenciais para as fases posteriores, sendo esta a primeira oportunidade de compilação de informações sobre a edificação (NIST, 2006; SMITH; TARDIF, 2009). Segundo Smith e Tardif (2009) atividades realizadas durante essa fase do ciclo de vida da edificação geram, além da idealização da solução, informações em forma de planilha, acarretando em um padrão de organização. Isso faz com que as informações possam ser importadas diretamente para as ferramentas BIM da próxima fase, apoiando um fluxo de trabalho simplificado e as tomadas de decisões.

Na fase de **Construção**, sucede-se o detalhamento das soluções e informações estabelecidas na fase anterior. Acontece, por exemplo, no caso de equipamentos das instalações, a inserção de informações sobre a procedência, a fabricação e o sequenciamento de montagem (NIST, 2006; SMITH; TARDIF, 2009). Desta forma, acredita-se que, durante essa fase, o uso de ferramentas BIM auxilia na troca de informações melhorando a qualidade, a integridade e a coordenação dos elementos e equipamentos da edificação (NIST, 2006). Além disso, durante o período de construção, a equipe do projeto tem a possibilidade de atualizar constantemente o modelo BIM de construção com informações correntes e essenciais para as próximas fases do ciclo de vida (AZHAR; KHALFAN; MAQSOOD, 2012).

A fase de **Uso e Operação**, por ser a mais longa, é a mais onerosa em relação às outras fases do ciclo de vida da edificação. Conseqüentemente, é a fase

que mais se beneficia com o histórico de informações de forma estruturada, pois acumula informações sobre a evolução da edificação desde a fase de concepção (NIST, 2006; AZHAR; KHALFAN; MAQSOOD, 2012). Nessa fase são geradas informações específicas, que podem ser usadas para melhorar o desempenho das edificações, como solicitações de serviço, programações de manutenções, relatórios de inspeções, ordens de serviços, tempo de inatividade e custos de operações (NIST, 2006; SMITH; TARDIF, 2009 p. 120). A vantagem do uso de um modelo BIM nessa fase é a acessibilidade à essas informações específicas, de forma rápida e eficiente, para serem usadas no gerenciamento da edificação (AZHAR; KHALFAN; MAQSOOD, 2012).

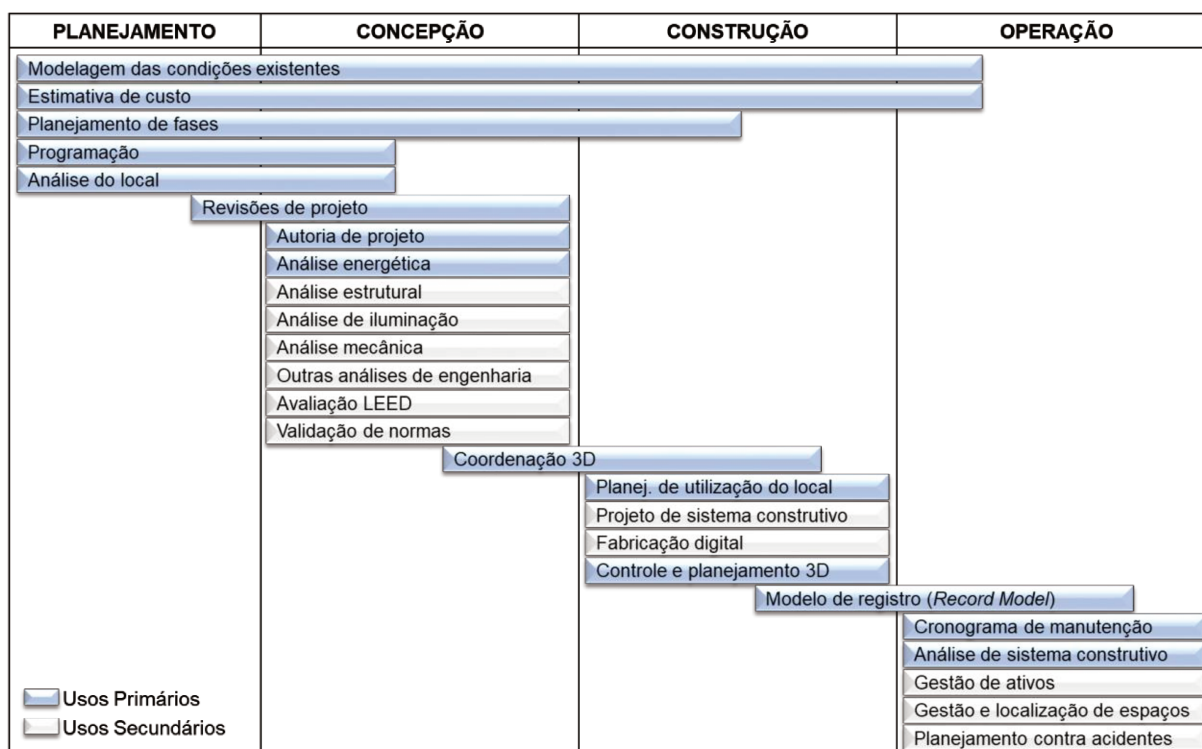
Na fase de **Demolição**, o uso do BIM garante a conservação e o memorial das informações inseridas no modelo durante o ciclo de vida da edificação, para a finalidade de venda ou arrasamento. Essas informações podem incluir dados de finanças, de desempenho físico, do histórico do local e dos equipamentos, de análises estruturais, entre outros (NIST, 2006).

## 2.2.2 Usos do BIM

Os usos do BIM são métodos ou estratégias de aplicação do BIM durante o ciclo de vida da edificação, com a finalidade de alcançar objetivos específicos. Por exemplo, se a meta for melhorar a qualidade da construção, alguns usos associados são: revisões de projetos, coordenação 3D e fabricação digital. Da mesma forma, se a meta for redução do uso de energia, alguns usos são: análise energética e cronograma de manutenção (CIC, 2013). Sendo assim, os usos dos BIM podem ser classificados com base na finalidade da implantação BIM dentro do processo de projeto e construção da edificação (KREIDER; MESSNER, 2013).

A partir de entrevistas com especialistas, análise de casos e revisão da literatura, CIC (2011) identificou 25 usos do BIM – entre primários e secundários –, distribuídos nas fases de planejamento inicial, projeto, construção e operação do ciclo de vida (Figura 4).

Figura 4 - Usos do BIM



Fonte: Adaptado de CIC (2011)

Justifica-se o uso desta referência, pois sua importância a nível acadêmico é significativa, sendo citada por diversos autores como: Isikdag (2015), Kreider e Messner (2013), Mayo, Giel e Issa (2012), Wu e Issa (2014) e CBIC (2016). A seguir, os 25 usos do BIM estão elucidados, de acordo com CIC (2011):

Os usos que se iniciam na fase de **Planejamento** são: (i) a **Modelagem das condições existentes** na qual o modelo BIM apresenta as condições existentes de um terreno, de edificações existentes no entorno ou de uma área específica dentro da edificação; (ii) a **Estimativa de custo** na qual o modelo BIM auxilia na geração de extração de quantitativos; (iii) o **Planejamento de fases** no qual o modelo BIM 4D – modelo BIM 3D com o acréscimo da dimensão Tempo – é utilizado para planejar e monitorar de forma eficaz a sequência construtiva de uma edificação; (iv) a **Programação** na qual o modelo BIM auxilia na avaliação e análise de requisitos espaciais, de acordo com normas e requisitos do projeto; (v) a **Análise do local** na qual avalia-se as propriedades e localização precisa de uma determinada área para inserção de uma edificação; (vi) as **Revisões de projeto** nas quais validam-se seus projetos através do modelo BIM, focando em aspectos como cumprimento do programa e estética do espaço.



Já os usos incluídos ou que se iniciam na fase de **Concepção** são: (i) a **Autoria de projeto** que envolve a proposição da solução por meio de ferramentas específicas resultando em modelos BIM, e as ferramentas que podem ser de criação ou de auditoria e análise; (ii) a **Análise energética** na qual as ferramentas de simulação energética usam o modelo BIM para administrar as informações referentes ao desempenho energético e realizar avaliações; (iii) a **Análise estrutural, de iluminação e mecânica** nas quais a ferramenta reconhece as características analíticas dos objetos incorporados ao modelo BIM, de modo a determinar o comportamento dos sistemas, através de simulações; (iv) as **Outras análises de engenharia** que utilizam o modelo BIM para determinar o método construtivo mais eficaz com base nas informações inseridas no modelo e com a finalidade de melhorar a concepção do projeto e seu desempenho a longo prazo; (v) a **Avaliação LEED** (*Leadership in Energy and Environmental Design*) na qual o modelo BIM é avaliado com base na certificação LEED ou outros critérios de construção sustentável; (vi) a **Validação de normas** na qual ferramentas de verificação de códigos são utilizadas para verificar as informações do modelo BIM em relação às normas vigentes; (vii) a **Coordenação 3D** quando se realiza a compatibilização dos modelos BIM das múltiplas disciplinas de projeto visando-se identificar interferências entre elementos do modelo, com o objetivo de eliminar o máximo de conflitos possíveis antes da fase de construção.

Da mesma forma, os usos que se iniciam na fase de **Construção** são: (i) o **Planejamento de utilização do local** quando componentes das edificações permanentes ou temporários no local da construção são relacionados com o cronograma e, assim, sendo possível fazer o planejamento da obra; (ii) o **Projeto de sistema construtivo** no qual a modelagem específica de sistemas complexos, como estruturas metálicas e fechamentos de vidro, é realizada em uma ferramenta BIM, a fim de aumentar a precisão do planejamento, custo e construção; (iii) a **Fabricação digital** que utiliza modelos com informações digitalizadas para fabricar fora do canteiro, por exemplo, vigas em aço e cortes de tubos, a serem instaladas na obra; (iv) o **Controle e planejamento 3D** nos quais se utiliza do modelo BIM para controlar automaticamente ações durante a fase de construção; (v) o **Modelo de registro** (*record model*) que congrega a representação 3D precisa da edificação,

contendo informações relativas aos principais sistemas, incluindo arquitetura, estrutura e instalações, ao longo do ciclo de vida da edificação.

Por fim, os usos que se iniciam na fase de **Operação** são: (i) o **Cronograma de manutenção** que garante a funcionalidade da edificação, em termos de estrutura e de equipamentos, ao longo da vida operacional da edificação, com o objetivo de melhorar o desempenho de construção, reduzir reparos e custos gerais de manutenção; (ii) a **Análise de sistema construtivo** que compara e analisa o desempenho da edificação construída em relação ao desempenho apresentado nas ferramentas de simulação com o modelo BIM; (iii) a **Gestão de ativos** que utiliza o modelo BIM, integrado à uma ferramenta de gerenciamento, e auxilia na manutenção de sistemas e de equipamentos existentes na edificação; (iv) a **Gestão e localização de espaços** sendo um meio de distribuir, gerenciar e localizar espaços de uma edificação através de um modelo BIM integrado à uma ferramenta de gerenciamento; (v) o **Planejamento contra acidentes** que manipula as informações colhidas por um sistema de automação predial (*Building Automation System* – BAS) e as insere no modelo BIM, com a finalidade de indicar precisamente os riscos e emergências da edificação.

De acordo com a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – ASBEA (2015), a partir dessas definições dos usos do BIM, é possível determinar as informações essenciais que devem ser incluídas no modelo para que este se torne claro e útil para o uso desejado. As informações essenciais, referentes à cada tipo de uso do BIM, corresponde a um determinado nível de desenvolvimento dos objetos do modelo BIM (KREIDER; MESSNER, 2013).

### 2.2.3 Nível de desenvolvimento do modelo BIM

Segundo Araújo, Hippert e Abdalla (2011), um modelo BIM passa por diversas mudanças durante as fases do ciclo de vida da edificação, principalmente em termos de variedade de versões, nível de desenvolvimento e propósito do modelo. Em relação aos objetos do modelo BIM, assim como as fases do ciclo de vida evoluem em complexidade e detalhamento, os objetos acompanham esta evolução em termos de Nível de Desenvolvimento (*Level of Development* – LOD).

O Instituto Americano de Arquitetos (*American Institute of Architects – AIA*) publicou, em 2013, o *Project Building Information Modeling Protocol Form* no qual conceitua LOD como sendo o nível de plenitude que apresenta um objeto inserido no modelo BIM. Corroborando com esta afirmação, BIMForum (2016) afirma que LOD é o grau em que a geometria e a informação do objeto são apresentadas, ou seja, o grau de confiabilidade do mesmo. De acordo com AIA (2013) existem cinco níveis progressivos de LOD, do 100 ao 500. Cada nível subsequente baseia-se no nível anterior, ou seja, inicia-se a partir das mesmas características e acrescenta outras. Os quadros a seguir (Quadro 1 a Quadro 5) apresentam a distribuição das características dos LODs (na primeira coluna) e suas respectivas descrições (na segunda coluna).

**Quadro 1 - Descrição do LOD 100**

LOD 100		Descrições
Conteúdo do modelo		Indicativo de área, altura, volume, localização e orientação, podendo ser representado por um modelo 3D ou a partir de informações.
Aplicações autorizadas	Análises	O modelo pode ser analisado com base no volume, na área e na orientação, em relação à critérios de desempenho atribuídos aos objetos do modelo.
	Custo	O modelo pode ser usado para desenvolver uma estimativa de custo com base na área e no volume.
	Cronograma	O modelo pode ser usado na distribuição das fases do projeto.

Fonte: AIA (2013)

**Quadro 2 - Descrição do LOD 200**

LOD 200		Descrições
Conteúdo do modelo		Objetos modelados como sistemas ou conjuntos, em termos gerais de quantidades aproximadas, de tamanho, de forma, de localização e de orientação. As informações não geométricas também podem ser anexadas.
Aplicações autorizadas	Análises	O modelo pode ser analisado em relação ao desempenho de sistemas sob critérios gerais atribuídos aos objetos.
	Custo	O modelo pode ser utilizado para desenvolver estimativas de custos com base em informações aproximadas.
	Cronograma	O modelo pode ser utilizado para mostrar ordem e aparência da escala de tempo dos principais objetos e sistemas.

Fonte: AIA (2013)

**Quadro 3 - Descrição do LOD 300**

LOD 300		Descrições
Conteúdo do modelo		Objetos modelados como conjuntos específicos precisos em termos de quantidade, de tamanho, de forma, de localização e de orientação. As informações não geométricas também podem ser anexadas ao modelo.
Aplicações autorizadas	Construção	Modelo adequado para a geração de documentos de construção.
	Análises	O modelo pode ser analisado em relação ao desempenho de sistemas sob critérios específicos atribuídos aos objetos.
	Custo	O modelo pode ser utilizado para desenvolver estimativas de custos com base em informações específicas.
	Cronograma	O modelo pode ser utilizado para mostrar ordem e aparência na escala de tempo dos principais objetos e sistemas com detalhamento.

Fonte: AIA (2013)

**Quadro 4 - Descrição do LOD 400**

LOD 400		Descrições
Conteúdo do modelo		Objetos modelados como conjuntos específicos em termos de tamanho, de forma, de localização, de quantidade e de orientação, com informações detalhadas de fabricação e montagem. As informações não geométricas também podem ser anexadas.
Aplicações autorizadas	Construção	Os objetos do modelo são representações virtuais do projeto proposto e são adequados para a construção.
	Análises	O modelo pode ser analisado em relação ao desempenho de sistemas aprovados com base no modelo específico.
	Custo	Valores com base no custo real, para compra dos objetos específicos
	Cronograma	O modelo pode ser utilizado para mostrar ordem, dimensionar o tempo, e exibir a aparência de objetos e sistemas específicos detalhados, incluindo os meios e métodos construtivos.

Fonte: AIA (2013)

**Quadro 5 - Descrição do LOD 500**

LOD 500		Descrições
Conteúdo do modelo		Objetos modelados como conjuntos reais e precisos em termos de tamanho, de forma, de localização, de quantidade e de orientação. Informação não-geométrica pode também ser ligada ao objetos modelados
Aplicações gerais autorizadas		O modelo pode ser utilizado para a manutenção, alterando e acrescentando informações no modelo de acordo com a necessidade.

Fonte: AIA (2013)

Além desses cinco níveis apresentados por AIA (2013), o BIMForum (2016) cita a existência de um sexto nível, o LOD 350. A descrição desse nível ressalta a conexão e integração dos diferentes sistemas construtivos, em relação às características do LOD 300.

Além dos níveis de desenvolvimento apresentados por AIA (2013) e BIMForum (2016), relativos à indústria AECO dos Estados Unidos, outros países elaboraram guias próprios, como o NATSPEC *National BIM Guide* da Austrália e o PAS 1192-2:2013 - *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling* do Reino Unido. Cada um apresenta níveis de desenvolvimento específicos de acordo com a realidade local da indústria de AECO.

O PAS (2013), por exemplo, apresenta sete níveis de desenvolvimento da seguinte forma: *Brief, Concept, Developed design, Production, Installation, As constructed e In use*. O Quadro 6 exibe uma correlação entre os níveis apresentados por PAS (2013) (referente à primeira coluna) e os níveis apresentados por BIMForum (2016) (referente à segunda coluna).

**Quadro 6 - Comparação dos LODs**

PAS (2013)	BIMForum (2016)
<i>Brief</i>	LOD 100
<i>Concept</i>	LOD 200
<i>Developed design</i>	LOD 300 e LOD 350
<i>Production, Installation</i>	LOD 400
<i>As constructed, In use</i>	LOD 500

**Fonte: Baseado em PAS (2013) e BIMForum (2016)**

Embora haja variedade de guias e níveis de desenvolvimento em escala mundial, a quantidade de informação inserida nos objetos do modelo BIM, ao longo do ciclo de vida da edificação, é uma preocupação constante. A inserção de informações no modelo pode acontecer de forma gradativa, de acordo com a evolução do projeto e as necessidades de cada fase do ciclo (ASBEA, 2015). Cada informação inserida é crucial para garantir que o modelo final entregue seja uma representação precisa do que foi projetado e especificado (UTIOME; DROGEMULLER; DOCHERTY, 2014).

Após a entrega do modelo final, e visando o uso em gerenciamento de *facilities*, é necessário que haja a inserção desse modelo BIM em uma ferramenta FM, sem que haja perda de informações. Uma forma de garantir a solidez na troca de informações, auxiliando na organização e coordenação, é a partir da interoperabilidade entre ferramentas BIM e FM (EASTMAN et al, 2008).

## 2.2.4 Interoperabilidade entre ferramentas

A interoperabilidade é a capacidade de coordenação e de comunicação entre as ferramentas da mesma ou entre organizações, como de arquitetura, de construção e de manutenção, a partir da transmissão eletrônica de informações do projeto (NIST, 2004). Em outras palavras, embora a maioria das atividades (áreas da AECO) não ocorra em uma única ferramenta, estas podem utilizar modelos comuns para troca de informações entre diferentes ferramentas (ANDRADE; RUSCHEL, 2011).

Como resultado, elimina-se a necessidade de inserção de informações replicadas, além de facilitar o fluxo de troca das mesmas durante o processo. Ou seja, a interoperabilidade é fundamental para que as informações inseridas nas ferramentas sejam reutilizadas e reflitam as alterações reais da edificação (ANDRADE; RUSCHEL, 2011; EASTMAN et al, 2008).

Entre as diversas maneiras de realizar a troca de informações, Teicholz (2013b) destaca o uso de padrões abertos, isto é, padrões disponíveis para livre acesso e implantação. De modo geral, os padrões abertos são formatos que capturam as informações de forma consistente para serem utilizados por aplicações distintas, garantindo precisão e o uso adequado das informações (FERREIRA, 2005).

Ao longo dos anos, o uso de padrões abertos vem aumentando, à medida que foi crescendo a necessidade de regularização e padronização da informação no projeto, na construção e no gerenciamento (TEICHOLZ, 2013b). Dois principais padrões abertos<sup>3</sup>, apoiados pela *buildingSMART Alliance*, são o *Industry Foundation Class* (IFC) e o *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie).

O **IFC** é um esquema de informações contidas no modelo BIM que são trocadas e compartilhadas entre as ferramentas AECO (BUILDINGSMART ALLIANCE, 2016; EASTMAN et al., 2008). É um modelo de informações do edifício, baseado em objetos caracterizados a partir da inclusão de especificações. Além disso, o IFC proporciona uma estrutura para a transferência de informações entre

---

<sup>3</sup> Padrões abertos são padrões de livre acesso, disponíveis independentes de custo de implantação.

ferramentas nas fases de planejamento, projeto, construção e operação (KHEMLANI, 2004; VANLANDE; NICOLLE; CRUZ, 2008).

Para identificar as propriedades do IFC que são necessárias para um uso específico, faz-se uso do *Model View Definition* (MVD). O MVD é um subconjunto do IFC que facilita o transporte de um modelo BIM para usos específicos, selecionando apenas as informações desejadas (SEE et al., 2011). O MVD é realizado em três etapas: (i) definição do escopo realizado por meio do *Information Delivery Manual* (IDM); (ii) formatação dos diagramas onde se define as informações (ou registros) que serão extraídas; (iii) implementação do MVD no qual se define as propriedades do IFC que serão extraídas, evitando a extração de propriedades desnecessárias (SEE et al., 2011).

A *buildingSMART Alliance* publicou, em 2009, um estudo chamado *Exchange Requirements* (ER) básico para que o modelo BIM, entregue ao final da fase de construção, seja usado em gerenciamento de *facilities*<sup>4</sup>. Esse ER é em formato de planilha que correlaciona as propriedades dos objetos, com as propriedades do IFC e o vínculo do MVD, além de apresentar notas, descrições e correspondência com as propriedades do COBie.

Por sua vez, o **COBie** é um esquema de informações mais antigo que o IFC. Apesar de não fornecer o modelo gráfico, comporta as informações de espaços e de ativos geradas nas fases de concepção, de construção e de operação do ciclo de vida. Assim, o COBie representa um modelo padronizado para a transferência de informações específicas para o uso nas fases de operação e manutenção, que minimiza a perda de informações relevantes, e conseqüentemente, reduz tempo e custo de retrabalho (TEICHOLZ, 2013b; ILTER; ERGEN, 2015).

Com o uso do COBie e IFC, é possível organizar as informações que são adquiridas nas fases de projeto e construção, minimizando a necessidade de transferir uma grande quantidade de informações aos usuários, após a construção, ou seja, na fase de uso e operação (BRANDÃO; MACHADO; TELES, 2016).

---

<sup>4</sup> [http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/fm-handover-aquarium/fm-basic-handover/20091105\\_Basic-FM-HandOver\\_ER\\_MVD.pdf](http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/fm-handover-aquarium/fm-basic-handover/20091105_Basic-FM-HandOver_ER_MVD.pdf)

Neste momento, o BIM é utilizado para auxiliar na coordenação das informações. Contudo, é importante ressaltar que, apesar da utilização de padrões abertos auxiliar a troca de informações entre ferramentas, é necessário que os gestores e usuários saibam coordenar e manipular as informações com a finalidade de obter um gerenciamento consistente (EASTMAN et al., 2008).



### 3 MÉTODO

Visando atender ao objetivo desta pesquisa, dois métodos foram empregados: a Pesquisa Bibliográfica e o Método Estruturalista. As justificativas e delineamento dos métodos são apresentados a seguir.

#### 3.1 Pesquisa Bibliográfica

A Pesquisa Bibliográfica é comumente elaborada com base em materiais já publicados, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos (GIL, 2010). Com ela, foi possível realizar uma ampla cobertura dos conceitos fundamentais a esta pesquisa. A aplicação deste método teve como finalidade o melhor posicionamento desta pesquisa no campo científico, a partir do aprofundamento da literatura envolvendo BIM aplicado a gerenciamento de *facilities*.

De acordo com Gil (2010, p. 45), uma pesquisa bibliográfica segue o seguinte delineamento: (1) Levantamento bibliográfico preliminar; (2) Elaboração do plano de assunto; (3) Buscas das fontes; (4) Leitura do material; (5) Fichamento.

Na Etapa (1), de **Levantamento bibliográfico preliminar**, da Pesquisa Bibliográfica, procurou-se conhecer sobre gerenciamento de *facilities* no Brasil, buscando dissertações e teses brasileiras defendidas. Por meio de leitura e fichamento, obteve-se uma visão do interesse de pesquisa sobre o tema desassociado da ênfase de BIM, e encontrou-se possíveis nichos de aplicação do BIM nesta área. Para isso, realizou-se um levantamento na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações<sup>5</sup> (BDTD) do Instituto Brasileiro da Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Os termos utilizados nas buscas foram: gerenciamento de *facility*, gerenciamento de *facilities*, operação e manutenção, gestão da manutenção, gestão da operação, gestão predial e manutenção predial – em todos os campos de busca.

A Etapa (2), de **Elaboração do plano de assunto**, da Pesquisa Bibliográfica, envolveu: (i) a identificação das bases de dados digitais; (ii) a identificação dos

---

<sup>5</sup> <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

termos de buscas; (iii) as definições dos tipos de análises dos artigos localizados. As **bases de dados digitais** utilizadas foram a *American Society of Civil Engineering* (ASCE), *Web of Science*, *Science Direct* e *Scopus*. Os **termos de buscas** utilizados foram: BIM, *Building Information Modeling*, FM, *facility*, *facilities*, *facility management*, *facilities management*, *handover*, COBie, CAFM, *Computed-Aided Facility Management*, CMMS e *Computerized Maintenance Management System*. Já os **tipos de análises** definidas para os artigos localizados foram: (a) identificação da procedência dos artigos; (b) reconhecimento dos métodos utilizados em cada trabalho; (c) classificação dos artigos em relação aos níveis de maturidade do processo de implantação de BIM em operação, segundo CIC (2013); e (d) verificação do tipo de gerenciamento de *facilities* que os estudos abordavam.

A Etapa (3), de **Buscas das fontes**, da Pesquisa Bibliográfica, estabeleceu os seguintes critérios de inclusão: (i) publicações disponíveis integralmente em meio eletrônico (bases de dados) no idioma inglês; (ii) necessário conter ao menos no título, nas palavras-chaves ou no resumo os termos (BIM ou *Building Information Modeling*) e um dos seguintes termos (FM, *facility*, *facilities*, *facility management*, *facilities management*, *handover*, COBie, CAFM, *Computed-Aided Facility Management*, CMMS e *Computerized Maintenance Management System*); (iii) necessário encontrar-se no intervalo temporal de 2000 a 2016. O intervalo temporal escolhido foi baseado na data de publicação do livro *Building Product Models: Computer Environments, Supporting Design and Construction* (EASTMAN, 1999) até a data atual desta pesquisa. Também foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: (i) publicações repetidas; e (ii) publicações que não abordam BIM e gerenciamento de *facilities* como ênfase principal do estudo.

Durante a Etapa (4) de **Leitura do material**, da Pesquisa Bibliográfica, por meio de leitura inicial, foram: (i) identificadas as pesquisas que pertenciam à área de conhecimento AECO; e (ii) aplicadas as análises estabelecidas na Elaboração do plano de assunto.

Para organização e quantificação dos resultados, foi realizada a Etapa (5), de **Fichamento**, da Pesquisa Bibliográfica, na qual foram realizados os cadastros em fichas das pesquisas identificadas na Etapa (4), a partir de uma leitura analítica. As fichas incluíram: título, tema da pesquisa, modelo da referência bibliográfica, as

análises (a) a (d) especificadas no plano de assunto, e as principais passagens dos textos que foram fundamentais à esta pesquisa. Em especial os itens (c) e (d), de análise dos artigos, visaram apontar o tipo de gestão de *facilities* mais recorrente para ser adotado como fenômeno de estudo na segunda parte da investigação, pelo método estruturalista.

## 3.2 Método estruturalista

O Método Estruturalista “parte da investigação de um fenômeno concreto, eleva-se a seguir ao nível abstrato, por intermédio da constituição de um modelo que represente o objeto de estudo retornando, por fim, ao concreto sendo o resultado uma realidade estruturada” (MARCONI; LAKATOS, 2010).

### 3.2.1 Classificação dos registros ou Modelo Representativo

Antes de classificar os registros, foi preciso identificar o tipo de gerenciamento de *facilities* abordado nessa pesquisa. Para isso, iniciou-se com uma análise das principais ferramentas de gerenciamento existentes, visando o tipo de gestão que cada uma aborda. Esse resultado, combinado com o resultado da Pesquisa Bibliográfica, possibilitou a identificação do tipo de gerenciamento de *facilities*.

A partir daí, foi possível construir uma representação abstrata em BIM dos registros necessários para o gerenciamento de *facilities*, específico para o tipo de gestão apontado na etapa anterior do método. Para tanto, baseou-se na norma britânica BSI (2012).

Para estes registros seguiu-se uma sequência de classificações para estimar: a fase do ciclo de vida que seriam inseridos no modelo BIM (quando), o agente responsável por essa informação (quem) e a característica da informação (o que). Estas classificações foram subsidiadas por estudos de destaque apontados na etapa Pesquisa Bibliográfica.

### 3.2.2 O fenômeno concreto

Adotou-se como fenômeno concreto um modelo BIM da prática de projeto e construção mediado por BIM no Brasil. O modelo BIM adotado é um caso raro<sup>6</sup>, isto é, foi desenvolvido para atender à uma empresa construtora que comprovadamente aplica a tecnologia e processos BIM no controle e no acompanhamento da obra. A empresa construtora contratou o serviço terceirizado de modelagem BIM por identificar a necessidade de obter um maior controle e melhor planejamento nos serviços e processos construtivos.

Esta situação é um diferencial na prática brasileira atual e requer destaque, pois como dito anteriormente, no Capítulo 1, o uso de BIM na fase de construção do ciclo de vida da edificação encontra-se mediano, ou seja, poucas empresas construtoras fazem uso do modelo no campo, visando planejamento e controle de obra.

O que torna o modelo BIM da empresa construtora identificada um caso raro é: (i) o comprometimento da equipe de profissionais, que se dispuseram a fazer treinamentos para melhor conhecimento das ferramentas BIM; (ii) o investimento em *hardware* e *software* visando o uso do modelo no escritório e em campo; e, (iii) o uso do modelo para compatibilização, retirada de quantitativos, planejamento, controle de qualidade, comunicação e validação de processos construtivos.

### 3.2.3 Caracterização do modelo BIM ou Realidade estruturada

Para mapear o modelo representativo do fenômeno concreto foram identificados, primeiramente, todos os objetos no modelo BIM estudado que continham os registros classificados na etapa anterior deste método. Essa classificação deu-se a partir da extração de tabelas de quantitativos da ferramenta BIM utilizada, e permitiu identificar, além da quantidade de objetos, a categoria, a família e o LOD de cada objeto do modelo BIM.

A partir daí foi possível relacionar as propriedades de cada objeto com os registros baseados na norma BS 8210:2012, gerando uma realidade estruturada. Com base nisso, verificaram-se quais propriedades estavam preenchidas, não preenchidas ou inexistentes.

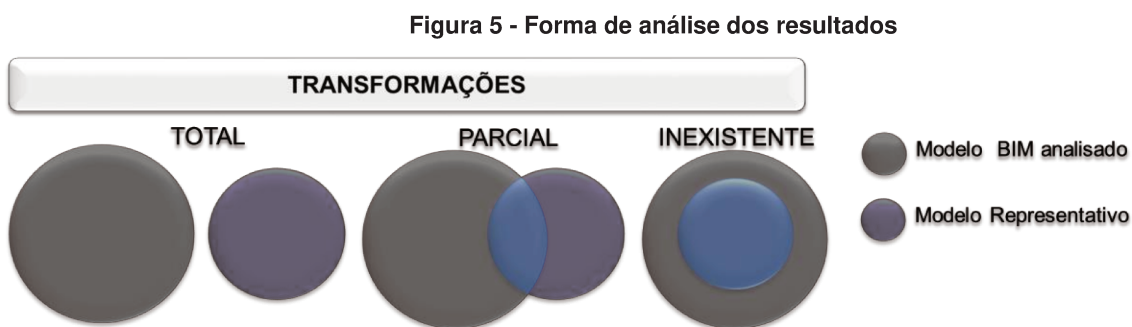
---

<sup>6</sup> Justifica-se a escolha de um caso raro e intrínseco para conhecer profundamente um contexto “sem qualquer preocupação com o desenvolvimento de qualquer teoria” (GIL, 2010, p. 118).

Por fim, considerando a verificação das propriedades dos objetos do modelo BIM estudado foi possível estruturar o acontecimento real por três perspectivas: da fase do ciclo de vida da edificação (quando), do agente responsável (quem) e da característica da informação (quando). Além disso, criou-se também dois cenários, cuja estrutura acredita-se que seria a formação de um modelo representativo para a preparação do modelo BIM no uso em gerenciamento de *facilities*.

### 3.3 Análise

A partir da realidade estruturada (resultado do método estruturalista) foi possível identificar as transformações necessárias nas propriedades dos objetos do modelo BIM para atender à gestão de *facilities* de interesse. A identificação do tipo de transformação necessária foi realizada com base na comparação entre estruturação estabelecida na Classificação dos registros e a equivalente encontrada na Caracterização do modelo BIM. Compreende-se que haveria três tipos possíveis de transformações associadas aos objetos do modelo BIM comparado ao modelo representativo: Total, Parcial ou Inexistente, como apresentado na Figura 5.



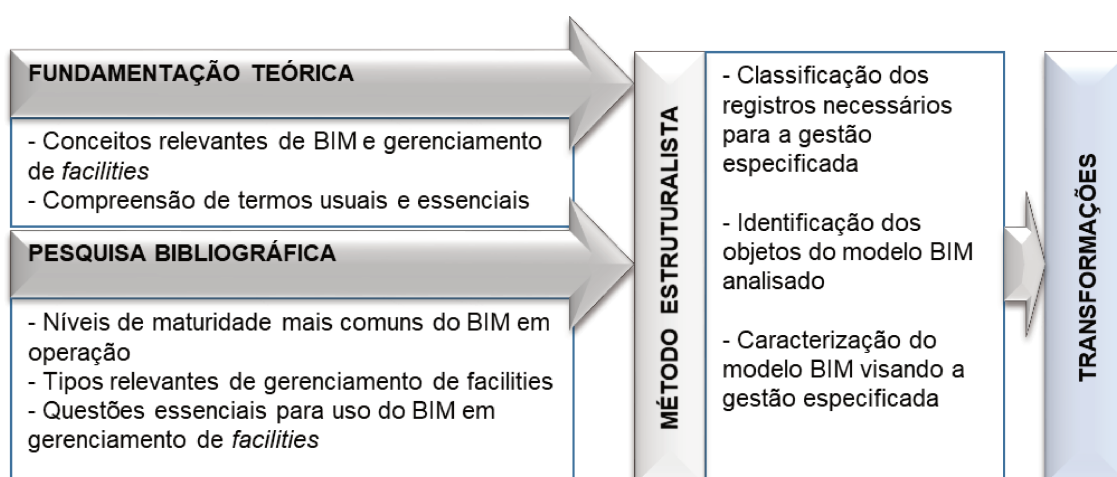
A **Transformação Total** significa que a composição do modelo BIM e todas as informações contidas nas propriedades dos objetos requereriam inserção para o tipo de gestão analisado. A **Transformação Parcial** significa que apenas partes das propriedades dos objetos ou das informações deveriam ser inseridas no modelo BIM para o tipo de gestão analisado. E finalmente, a **Transformação Inexistente**, significa que nenhuma propriedade ou informação nova seriam necessárias no modelo BIM, pois este já possuiria todos os objetos com propriedades e informações necessárias para o tipo de gestão analisado.

A análise de transformação foi feita visando o cenário do modelo BIM estudado, e o cenário do Modelo Representativo. Além disso, para cada cenário, foi explorado o tipo de esforço necessário demandado pelo modelo BIM estudado, para que este seja preparado para o uso em gerenciamento de *facilities*. Com a análise do cenário real, foi possível relacionar uma escala de esforço (alto, médio e baixo) com as ações de mudanças do modelo (criação de propriedade e inserção de informação). Por sua vez, com o cenário do Modelo Representativo, foi possível verificar o potencial de interoperabilidade, com o uso de COBie e IFC.

### 3.4 Delineamento macro da pesquisa

A Figura 6 exibe a síntese do delineamento desta pesquisa, considerando a fundamentação teórica e os métodos aplicados para alcançar o objetivo estabelecido, que era a identificação de transformações no modelo BIM para o gerenciamento de *facilities*. Nota-se que, a Fundamentação Teórica e a Pesquisa Bibliográfica dão suporte ao Método Estruturalista, viabilizando a comparação que aponta as informações e conceitos relevantes para chegar à transformação necessária no modelo BIM, em relação à gestão específica. Além disso, a Figura 6 também apresenta os resultados relevantes que foram retirados de cada etapa do delineamento desta pesquisa.

Figura 6 - Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora

## 4 RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A seguir são apresentados os resultados e discussões provenientes da aplicação da Pesquisa Bibliográfica.

### 4.1 Amostra resultante

Na Etapa (1), de **Levantamento bibliográfico preliminar**, da Pesquisa Bibliográfica, foram identificados 224 resultados, sendo 184 dissertações e 40 teses, em 43 áreas distintas de concentração. As áreas de maior destaque foram: Engenharia Civil (40 resultados – 18% da amostra), Engenharia de Produção (28 resultados – 13% da amostra) e Engenharia Mecânica (27 resultados – 13% da amostra). Verificou-se também que a área de saúde tem interesse aplicado e iminente em pesquisa voltada ao gerenciamento de *facilities* (8 resultados – 4% da amostra).

Dentre os 40 estudos de Engenharia Civil, destacaram-se 8 estudos, entre teses e dissertações, que abordam manutenção predial (CARLINO, 2012; DARDENGO, 2010; FERRAZ JÚNIOR, 2009; GOMES JUNIOR, 2012; MAKISHIMA, 2011) e os seguintes tipos de gerenciamento de *facilities*: gestão estratégica (SANTOS, 2012), gestão da operação e manutenção (WEBER, 2012) e gestão de ativos (MARAN, 2011).

A partir desse levantamento preliminar foi possível perceber que as dissertações e teses brasileiras tratam o gerenciamento de *facilities* principalmente sob os aspectos de manutenção predial, envolvendo os diversos tipos de gestões constatadas anteriormente por Best, Langston e Valence (2003), Alexander (2003a), Booty (2009), Teicholz (2004) e Wiggins (2010).

Já na Etapa (3) de **Buscas das fontes da Pesquisa Bibliográfica** teve como resultados quantitativos, em termos de referências bibliográficas: 62 referências na ASCE, 43 referências na *Web of Science*, 19 referências na *Science Direct* e 309 referências na *Scopus*, resultando um total de 352 fontes bibliográficas. Este valor total desconta os trabalhos repetidos nas bases de dados e entre cada uma das

bases. Das 352 referências bibliográficas, 83 não estavam acessíveis para consulta em meio eletrônico, restando 269 trabalhos.

Sobre essa amostra, procedeu-se a distribuição em relação ao veículo de divulgação de cada um, obtendo-se: 157 artigos de congressos, 111 artigos de periódicos e 1 tese de doutorado. Finalmente, restringiu-se a amostra da pesquisa apenas aos 111 artigos de periódicos, por considerar ser quantitativamente expressiva e qualitativamente rigorosa por incluir trabalhos já revisados por pares.

Dos 111 artigos, 40 pertenciam à área de conhecimento de saúde e humanas, restando 71 artigos da área de AECO. Desses 71 artigos, 32 não possuíam consonância com o tema em estudo, ou seja, BIM integrado ao gerenciamento de *facilities*, mas sim a temas semelhantes como BIM e otimização de *layout* de canteiro, BIM com simulação energética, BIM com avaliação do ciclo de vida, aplicações e implementações de BIM, entre outros.

Desta maneira, 39 artigos compõem a amostra final para a Etapa (5) de **Fichamento**, da Pesquisa Bibliográfica, no qual foi realizada a leitura analítica. A análise desta etapa está apresentada na seção seguinte.

## 4.2 Análise da Pesquisa Bibliográfica

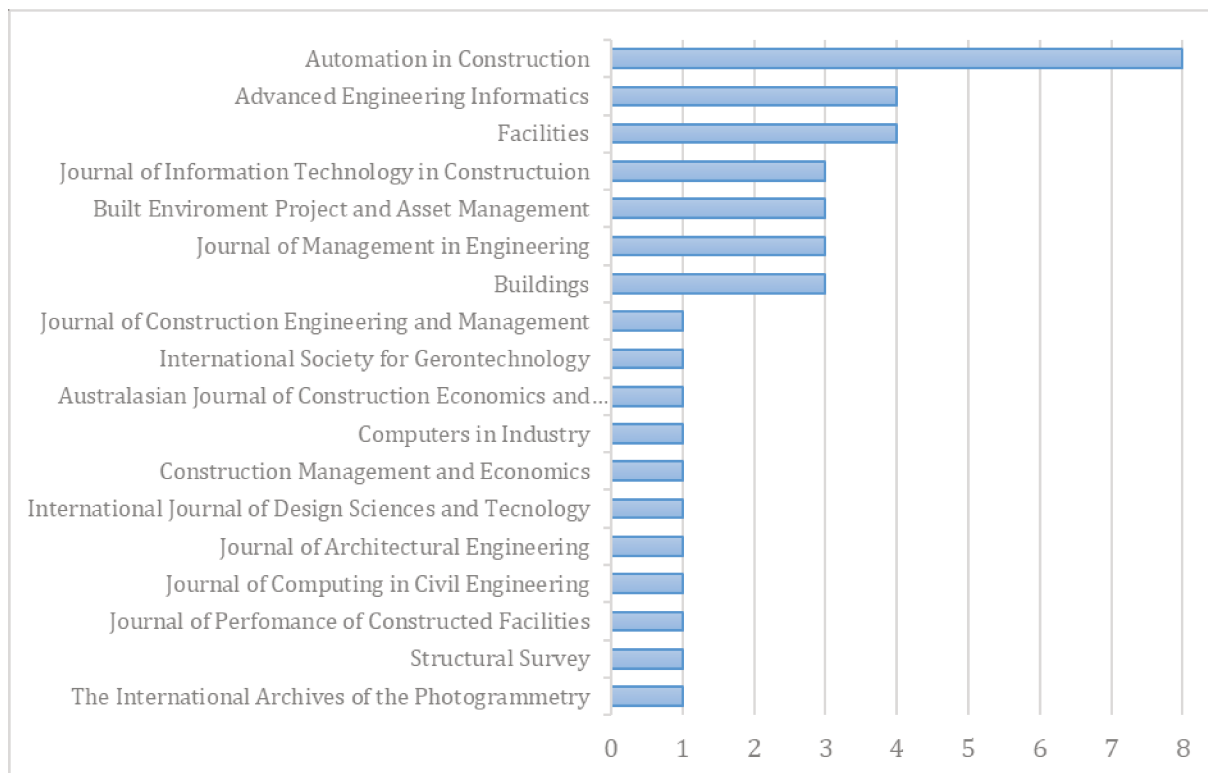
Nesta etapa foram identificados, em cada um dos 39 artigos da amostra final: (i) a procedência; (ii) os métodos utilizados; (iii) os níveis de maturidade do processo de implantação de BIM em operação segundo CIC (2013, p. 9)., descritos anteriormente; e (iv) os tipos de gerenciamento de *facilities* que o artigo abordava (Seção 2.1.2). Os resultados estão apresentados a seguir no formato de gráficos e quadros.

Em relação à procedência dos artigos, a Figura 7 identifica os periódicos científicos responsáveis pelas publicações e apresenta a quantidade de artigos publicados em cada periódico. O periódico *Automation in Construction* foi o periódico que obteve maior destaque, por acumular o maior número publicações sobre o tema BIM e gerenciamento de *facilities*, com 8 artigos, representando 21% da amostra



final, seguido pelo *Advanced Engineering Informatics* e *Facilities*, ambos com 4 publicações, representando respectivamente 10% da amostra.

**Figura 7 - Quantificação dos periódicos científicos internacionais**



Fonte: Elaborado pela autora

O Quadro 7 apresenta a relação entre os periódicos exibidos na Figura 7 (primeira coluna) e as referências que contemplam a amostra final (segunda coluna), publicadas nos periódicos correspondentes.

**Quadro 7 - Referências de artigos correlatos por periódico científico internacional (continua...)**

Periódicos identificados	Referências de artigos correlatos
<i>Automation in Construction</i>	(KANG; HONG, 2015); (LUCAS; BULBUL; THABET, 2013b); (TANG et al., 2010); (VANLANDE; NICOLLE; CRUZ, 2008); (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012); (MOTAMEDI; HAMMAD; ASEN, 2014); (JUNG et al., 2014); (WETZEL; THABET, 2015)
<i>Advanced Engineering Informatics</i>	(JIAO et al., 2013); (KANG; CHOI, 2015); (MOTAMEDI; SOLTANI; HAMMAD, 2013); (MOTAMEDI et al., 2011)
<i>Facilities</i>	(EBINGER; MADRITSCH, 2012); (IRIZARRY et al., 2014); (LIU; ISSA, 2014); (GHEISARI; IRIZARRY, 2016)
<i>Journal of Information Technology in Constructuion</i>	(LUCAS; BULBUL; THABET, 2013a); (PATACAS et al., 2015); (HALLBERG; TARANDI, 2011)
<i>Built Enviroment Project and Asset Management</i>	(KASSEM et al., 2015); (OLATUNJI; AKANMU, 2015); (ALWAN; GLEDSON, 2015)
<i>Journal of Management in Engineering</i>	(WILLIAMS et al., 2015); (GIEL; ISSA, 2016); (MAYO; ISSA, 2015)

**Quadro 7 - Referências de artigos correlatos por periódico científico internacional (final)**

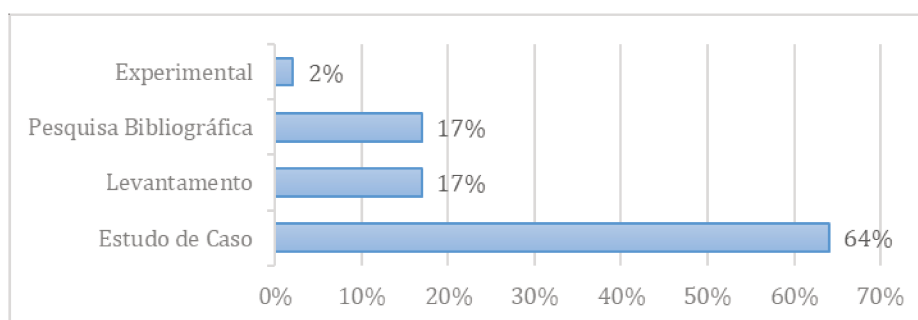
Periódicos identificados	Referências de artigos correlatos
<i>Buildings</i>	(KENSEK, 2015); (CAVKA; STAUB-FRENCH; POTTINGER, 2015); (ASFAND-E-YAR; KUCERA; PITNER, 2014)
<i>Journal of Construction Engineering and Management</i>	(BECERIK-GERBER et al., 2012)
<i>International Society for Gerontechnology</i>	(GAO et al., 2012)
<i>Australasian Journal of Construction Economics and Building</i>	(KASPRZAK; DUBLER, 2012)
<i>Computers in Industry</i>	(PITTET; CRUZ; NICOLLE, 2014)
<i>Construction Management and Economics</i>	(KORPELA et al., 2015)
<i>International Journal of Design Sciences and Tecnology</i>	(OSELLO; MACII, 2012)
<i>Journal of Architectural Engineering</i>	(LUCAS et al., 2013)
<i>Journal of Computing in Civil Engineering</i>	(EAST; NISBET; LIEBICH, 2013)
<i>Journal of Performance of Constructed Facilities</i>	(LIU; ISSA, 2015)
<i>Structural Survey</i>	(ILTER; ERGEN, 2015)
<i>The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>	(FASSI et al., 2015)

Fonte: Elaborado pela autora

Já em relação aos métodos científicos utilizados nos artigos que contemplam a amostra final, a Figura 8 apresenta o gráfico em percentual da quantidade de publicações referentes aos métodos utilizados. Destaca-se o método Estudo de Caso com 64% da amostra final, o que demonstra que as pesquisas voltam seu olhar para a prática.

Já o Quadro 8 exhibe a correlação dos métodos identificados (primeira coluna) com as referências analisadas (segunda coluna). Vale ressaltar que alguns artigos aplicaram mais de um método em suas pesquisas. Neste caso, os métodos foram contabilizados duplamente.

Figura 8 - Quantificação dos métodos utilizados



Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 8 - Referências de artigos correlatos por método utilizado

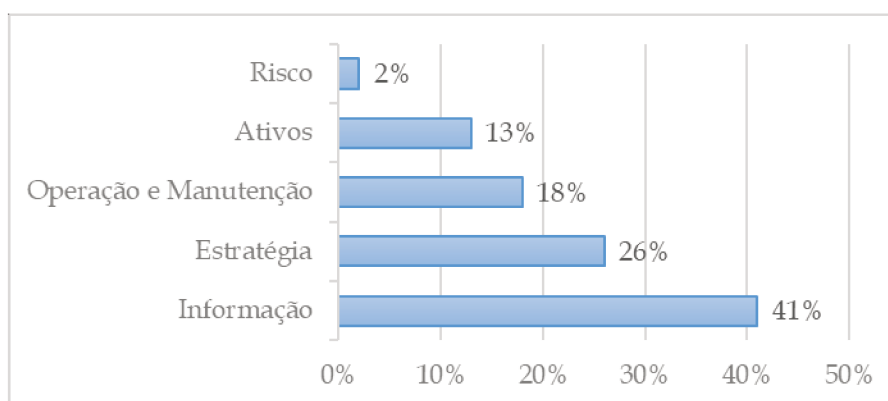
Métodos identificados	Referências de artigos correlatos
Estudo de Caso	(OSELLO; MACII, 2012); (EBINGER; MADRITSCH, 2012); (FASSI et al., 2015); (LUCAS; BULBUL; THABET, 2013a); (KANG; HONG, 2015); (IRIZARRY et al., 2014); (LUCAS; BULBUL; THABET, 2013b); (PATACAS et al., 2015); (KASSEM et al., 2015); (KANG; CHOI, 2015); (WILLIAMS et al., 2015); (LUCAS et al., 2013); (GAO et al., 2012); (LIU; ISSA, 2014); (CAVKA; STAUB-FRENCH; POTTINGER, 2015); (EAST; NISBET; LIEBICH, 2013); (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012); (MOTAMEDI; HAMMAD; ASEN, 2014); (MOTAMEDI; SOLTANI; HAMMAD, 2013); (HALLBERG; TARANDI, 2011); (JUNG et al., 2014); (MOTAMEDI et al., 2011); (KORPELA et al., 2015); (WETZEL; THABET, 2015); (KENSEK, 2015); (OLATUNJI; AKANMU, 2015); (KASPRZAK; DUBLER, 2012)
Levantamento	(KASPRZAK; DUBLER, 2012); (BECERIK-GERBER et al., 2012); (TANG et al., 2010); (GIEL; ISSA, 2016); (GHEISARI; IRIZARRY, 2016); (MAYO; ISSA, 2015); (LIU; ISSA, 2015); (ALWAN; GLEDSON, 2015)
Pesquisa Bibliográfica	(JIAO et al., 2013); (KASPRZAK; DUBLER, 2012); (PITTET; CRUZ; NICOLLE, 2014); (ILTER; ERGEN, 2015); (KENSEK, 2015); (OLATUNJI; AKANMU, 2015); (ASFAND-E-YAR; KUCERA; PITNER, 2014)
Experimental	(VANLANDE; NICOLLE; CRUZ, 2008)

Fonte: Elaborado pela autora

Por sua vez, em relação aos tipos de gerenciamento de *facilities* abordados nos artigos, a Figura 9 apresenta, em percentual, o resultado quantitativo da amostra analisada. Observou-se que os artigos analisados tratam principalmente as seguintes gestões: Informação (41%), Estratégia (26%), Operação e Manutenção (18%), Ativos (13%) e Risco (2%).

Por sua vez, o Quadro 9 apresenta a relação entre os tipos de gerenciamento de *facilities* (primeira coluna) e as referências dos artigos relacionados (segunda coluna).

**Figura 9 - Quantificação dos tipos de gerenciamento de *facilities* abordados**



Fonte: Elaborado pela autora

**Quadro 9 - Referências de artigos correlatos por tipo de gestão identificado**

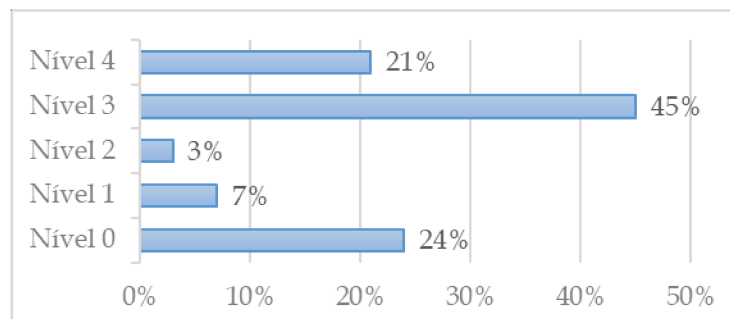
Tipos de gestão identificados	Referências de artigos correlatos
Estratégica	(BECERIK-GERBER et al., 2012); (CAVKA; STAUB-FRENCH; POTTINGER, 2015); (EBINGER; MADRITSCH, 2012); (GHEISARI; IRIZARRY, 2016); (HALLBERG; TARANDI, 2011); (ILTER; ERGEN, 2015); (KORPELA et al., 2015); (LIU; ISSA, 2015); (MAYO; ISSA, 2015); (TANG et al., 2010)
Informação	(ASFAND-E-YAR; KUCERA; PITNER, 2014); (EAST; NISBET; LIEBICH, 2013); (GAO et al., 2012); (IRIZARRY et al., 2014); (JIAO et al., 2013); (JUNG et al., 2014); (KANG; CHOI, 2015); (KANG; HONG, 2015); (LIU; ISSA, 2014); (LUCAS et al., 2013); (MOTAMEDI et al., 2011); (MOTAMEDI; HAMMAD; ASEN, 2014); (OSELLO; MACII, 2012); (PITTET; CRUZ; NICOLLE, 2014); (VANLANDE; NICOLLE; CRUZ, 2008); (WILLIAMS et al., 2015)
Operação e manutenção	(FASSI et al., 2015); (GIEL; ISSA, 2016); (KASPRZAK; DUBLER, 2012); (KENSEK, 2015); (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012); (LUCAS; BULBUL; THABET, 2013a); (LUCAS; BULBUL; THABET, 2013b)
Ativos	(ALWAN; GLEDSON, 2015); (KASSEM et al., 2015); (MOTAMEDI; SOLTANI; HAMMAD, 2013); (OLATUNJI; AKANMU, 2015); (PATACAS et al., 2015)
Risco	(WETZEL; THABET, 2015)

Fonte: Elaborado pela autora

Por fim, em relação aos níveis de maturidade de BIM em operação, classificados por CIC (2013), a Figura 10 apresenta o percentual encontrado nos artigos analisados e o Quadro 10 relaciona os níveis de maturidade (primeira coluna) com as referências dos artigos (segunda coluna). A amostra final aponta que: 45% dos artigos incorporam o Nível 3 (relativo à integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação); 24% o Nível 0 (relativo ao registro do modelo BIM *as-built* para operação); 21% o Nível 4 (relativo à manutenção em tempo real do modelo BIM por meio de sistemas de operação); 7% o Nível 1 (relativo ao registro das

informações referentes aos usos de operação no modelo de BIM *as-built*); e 3% o Nível 2 (relativo à manutenção manual dos dados no modelo BIM para).

**Figura 10 - Quantificação dos níveis de maturidade de BIM em operação**



Fonte: Elaborado pela autora

**Quadro 10 - Referências de artigos correlatos por nível de maturidade de BIM em operação**

Nível de maturidade de BIM identificados	Referências de artigos correlatos
Nível 0	(EBINGER; MADRITSCH, 2012); (LUCAS; BULBUL; THABET, 2013a); (KASPRZAK; DUBLER, 2012); (IRIZARRY et al., 2014); (LUCAS; BULBUL; THABET, 2013b); (PATAICAS et al., 2015); (KENSEK, 2015); (KANG; CHOI, 2015); (LUCAS et al., 2013); (CAVKA; STAUB-FRENCH; POTTINGER, 2015); (EAST; NISBET; LIEBICH, 2013); (MOTAMEDI et al., 2011); (WETZEL; THABET, 2015)
Nível 1	(KASSEM et al., 2015); (MOTAMEDI; SOLTANI; HAMMAD, 2013)
Nível 2	(FASSI et al., 2015)
Nível 3	(JIAO et al., 2013); (PITTET; CRUZ; NICOLLE, 2014); (BECERIK-GERBER et al., 2012); (TANG et al., 2010); (ILTER; ERGEN, 2015); (WILLIAMS et al., 2015); (OLATUNJI; AKANMU, 2015); (GAO et al., 2012); (LIU; ISSA, 2014); (GIEL; ISSA, 2016); (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012); (GHEISARI; IRIZARRY, 2016); (MAYO; ISSA, 2015); (JUNG et al., 2014); (LIU; ISSA, 2015); (KORPELA et al., 2015); (ALWAN; GLEDSON, 2015)
Nível 4	(OSELLO; MACII, 2012); (KANG; HONG, 2015); (VANLANDE; NICOLLE; CRUZ, 2008); (MOTAMEDI; HAMMAD; ASEN, 2014); (HALLBERG; TARANDI, 2011); (ASFAND-E-YAR; KUCERA; PITNER, 2014)

Fonte: Elaborado pela autora

A Tabela 1 exibe a relação entre os tipos de gestão identificados nos artigos com os níveis de maturidade de implantação BIM. A primeira coluna da tabela indica os principais tipos de gerenciamento de *facilities* relacionados nos artigos encontrados, e as colunas seguintes apresentam as percentagens de artigos que

apresentam, em seus estudos, os Níveis (0-4) de maturidade de implantação BIM em operação.

**Tabela 1 - Relação dos tipos de gestão e níveis de maturidade**

Tipos de gestão identificados	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Informação	37,5%	0%	0%	31,25%	31,25%
Estratégica	70%	0%	0%	20%	10%
Operação e manutenção	16,67%	16,67%	16,67%	50%	0%
Ativos	40%	20%	0%	40%	0%
Risco	0%	0%	0%	100%	0%

**Fonte: Elaborado pela autora**

A partir da análise da Tabela 1, é possível verificar que: (i) o tipo de gestão de Informação e Estratégica está, em sua maioria, no Nível 0; (ii) o tipo de gestão de Operação e Manutenção encontra-se, em sua maioria, no Nível 3; (iii) o tipo de gestão de Ativos encontra-se, igualmente, tanto no Nível 0 como no Nível 3; e por fim, (iv) o tipo de gestão de Risco, encontra-se no Nível 3.

Observa-se que muitas pesquisas dão ênfase na integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação, isto é, o Nível 3 da implementação de BIM em gerenciamento de *facilities*. Estes estudos partem do princípio que o modelo de informação estará preparado para este Nível de implementação de BIM no gerenciamento de *facilities*. Entretanto, isso vai em desconformidade aos poucos estudos relativos à confirmação do registro das informações referentes aos usos de operação no modelo de BIM *as-built* (Nível 1).

Desta forma, identificou-se a gestão de ativos, dentre as cinco gestões apresentadas na Tabela 1, como o tipo de gerenciamento de *facilities* com maior potencial de aproveitamento de uma investigação que aborda a transição entre os Níveis 0 e 1. Essa identificação ocorreu pela porcentagem no Nível 0 (40%) e a porcentagem no Nível 1 (20%) indicarem bases sólidas para fundamentar a caracterização do modelo BIM *as-built* para operação e do registro das informações referentes a gestão de ativos.

Observou-se também, a partir da Tabela 1, que os estágios de maturidade da incorporação de BIM na operação diferem a depender do tipo de gerenciamento de *facilities* e que alguns estágios de maturidade não são estudados ou observados na

prática. A gestão de operação e manutenção é a que apresenta maior evolução na maturidade de implementação do BIM com distribuição de pesquisas nos níveis de maturidade de 0 a 3, ou seja, do registro do modelo *as-built* BIM para operação, da inclusão de informações relativas ao uso no modelo, da manutenção manual dos dados no modelo BIM para operação e da integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação. A gestão de informação e estratégica dão enfoque em pesquisa nos níveis de maturidade 0 (do registro do modelo *as-built* BIM para operação) saltando para os níveis de maturidade 3 e 4 (da integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação e da bidirecionalidade resultante da manutenção do modelo BIM por meio de sistema de operação). As pesquisas em gestão de risco dão ênfase exclusivamente na integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação (nível 3 de maturidade de incorporação do BIM). A gestão de ativos apresenta um equilíbrio entre pesquisas sobre a incorporação de BIM nos níveis de maturidade 0 (do registro do modelo *as-built* BIM para operação) e 3 (da integração direta entre o modelo BIM) também tratando no nível 1 de maturidade (da inclusão de informações relativas ao uso no modelo), assim, traçando um substrato de fundamentação fértil para compreensão da transformação necessária de um modelo BIM ao final da etapa de construção para a etapa de operação, neste tipo de gestão. Finalmente, a Tabela 1 sugere que o cenário de início de incorporação do BIM em gerenciamento de *facilities* apresentados por Eastman et al. (2008, p. 16) e Kiviniemi e Codinhoto (2014) já não é mais verdadeiro. Identifica-se, também, uma lacuna em pesquisa em que se trata da bidirecionalidade para atualização entre o modelo BIM e sistemas de operação (nível 4)

Por fim, foi realizada a identificação de cinco pesquisas, dentre os 39 artigos correlatos, que abordam o esforço de transição entre níveis de maturidade de implantação de BIM para gerenciamento de *facilities*: (i) Becerik-Gerber et al. (2012) abordam as informações requisitadas e as possíveis áreas de aplicação de BIM para gerenciamento de *facilities*; (ii) Gheisari e Irizarry (2016) investigam os requisitos humanos e tecnológicos necessários para a implantação de BIM em gerenciamento de *facilities*; (iii) Liu e Issa (2015) focam na previsão de espaço físico suficiente para a manutenção de ativos, ainda na fase de projeto, utilizando ferramentas BIM; (iv) Mayo e Issa (2015) avaliam as necessidades de gestão do *facility* dos elementos

não geométricos com o auxílio de BIM; (v) Ilter e Ergen (2015) fazem uma revisão sistemática sobre BIM na fase de reforma e manutenção.

A seguir são apresentados conceitos relevantes sobre o uso do BIM no gerenciamento de *facilities*, retirados das cinco pesquisas supracitadas, que foram essenciais para subsidiar a análise estruturalista.

### 4.3 Uso do BIM em Gerenciamento de *facilities*

Existem diversas maneiras pelas quais o BIM pode ser utilizado para melhorar os processos de gerenciamento de *facilities*. Becerik-Gerber et al. (2012, p. 434) listam os principais usos e benefícios, considerando respostas de entrevistas e questionários realizados com gestores, proprietários, projetistas e responsáveis por empresas de tecnologia, sendo corroborados por Eastman et al. (2008, p. 93). São eles:

- **Localização de máquinas e equipamentos da edificação:** o modelo BIM auxilia na localização e visualização de máquinas e equipamentos, com a finalidade de obter as informações associadas, como especificações e histórico de manutenção;
- **Facilidade de acesso aos dados em tempo real:** o fácil acesso às informações, através do modelo BIM ou de um sistema de gerenciamento integrado, causa redução do tempo de manutenção, melhorias nas tomadas de decisão e redução de retrabalhos;
- **Visualização e *marketing*:** o modelo BIM proporciona uma melhor compreensão da edificação, possibilitando a realização de apresentações, avaliação de métodos construtivos e simulação rotas de fugas;
- **Verificação da manutenção:** o modelo BIM auxilia na obtenção de informações sobre o desempenho da operação e da manutenção da edificação, abordando as áreas como acessibilidade, sustentabilidade, manutenção preventiva, entre outras;
- **Gestão de ativos:** a implantação do BIM, durante as fases de projeto e de construção, visando às necessidades dos gestores e proprietários, facilita a



localização, o acesso e a manipulação das informações dos ativos, durante a fase de uso e operação;

- **Gestão de espaços:** o modelo BIM auxilia na visualização do espaço e atribui informações que podem ser utilizadas com a finalidade, por exemplo, de acompanhamento de horários, de identificação da ocupação e de rastreamento de ativos;
- **Estudos de planejamento e viabilidade:** o modelo BIM auxilia no planejamento, na concepção e na análise de reformas ou demolição de edificações existentes;
- **Gerenciamento de emergência:** o modelo BIM auxilia as equipes de emergência com informações de localização, de identificação de potenciais problemas emergenciais e de identificação de riscos;
- **Controle e monitoramento de energia:** é possível integrar o modelo BIM com sensores de medição de energia para fornecer informações em tempo real e, assim, obter o controle e monitoramento de consumo.

Dessa forma, entende-se que o BIM oferece uma nova maneira de gerenciar e controlar as edificações a partir da integração de informações, desde a fase de planejamento até a fase de uso e operação, do ciclo de vida. Contudo, é importante ressaltar que essas informações essenciais e necessárias para a gestão da edificação devem estar devidamente especificadas e integradas no modelo BIM (GSA, 2011; AGUILAR; ASHCRAFT, 2013). Para isso, é preciso que haja uma boa comunicação entre as ferramentas de modelagem e de gerenciamento, juntamente com os agentes envolvidos. Deve ficar claro de quem é a responsabilidade de inserir as informações necessárias (agente responsável) e qual o momento adequado da inserção dessas informações (fase do ciclo de vida da edificação) (ILTER; ERGEN, 2015).

Corroborando com essa afirmação, Liu e Issa (2015) acreditam que, para obter um bom uso do BIM em gerenciamento de *facilities*, é preciso identificar as principais condições e requisitos à gestão desejada, além definir as funções e ocupações dos agentes responsáveis. Conclui-se, dessa forma, que a definição das informações necessárias, o momento de inserção das informações e o agente

responsável por cada informação são questões essenciais que devem ser levadas em consideração para o uso de BIM em gerenciamento de *facilities*.

Sobre a **definição das informações necessárias**, essas variam de acordo com as etapas do ciclo de vida da edificação. Na etapa de concepção, por exemplo, a necessidade de informações gráficas é alta e a quantidade de informações atribuídas é baixa. Esse fenômeno é justificado com a necessidade de visualizar formas, espaços e objetos, durante a concepção do projeto. Com o decorrer do processo, são inseridas informações adicionais necessárias sobre materiais, ambientes e equipamentos para auxiliar na execução da obra. Para a etapa de construção, mais informações e detalhes são necessários, como estimativa de custo, aquisição, coordenação, processos construtivos e instalações. Finalmente, após a construção, a instalação e os testes dos sistemas e equipamentos, as últimas informações podem ser inseridas no modelo BIM e disponibilizadas no sistema de gerenciamento (TEICHOLZ, 2013a).

Já em relação ao **momento de inserção das informações**, a preocupação para inseri-las desde a fase de planejamento inicial deve ser prioritária para que, durante a fase de uso e operação, não haja informações incompletas ou inexistentes. Quando inseridas no momento adequado, as informações usadas pelos gestores e proprietários auxiliam na operação e manutenção da edificação, criando oportunidades para obter melhor eficiência e economia. Caso contrário, podem afetar os resultados das decisões tomadas, pois os gestores e proprietários tomam decisões com base na variedade de informações disponíveis (MAYO; ISSA, 2015).

Por fim, sobre os **agentes responsáveis**, de acordo com Gheisari e Irizarry (2016), a definição e compreensão das ocupações dos agentes responsáveis é de grande valor para o desenvolvimento de ferramentas e sistemas que facilitam as práticas durante a fase de uso e operação da edificação. As atividades dos agentes são divididas entre informações fornecidas e atribuições (BECERIK-GERBER et al., 2012).

A Figura 11 relaciona essas três questões essenciais (definição das informações necessárias, momento de inserção das informações e agente responsável) para o uso do BIM em gerenciamento de *facilities*, segundo Becerik-

Gerber et al. (2012). Segue uma melhor descrição das informações listadas na Figura 11.

A inserção das **informações de identificação** acontece na fase de concepção. Os projetistas são responsáveis por fornecer informações sobre o terreno, a edificação e os ambientes, e por inserir essas informações no modelo BIM. Já os proprietários fornecem informações como nomenclaturas a serem seguidas, e providenciam informações e documentos com sugestões de organização de padrões pré-estabelecidos.

A inclusão das **informações de zoneamento** acontece na fase de concepção do projeto, e envolve três agentes. Os projetistas são responsáveis por fornecer informações detalhadas sobre os ambientes e equipamentos da construção e possuem a atribuição de inserir essas informações no modelo. Já os subcontratados informam sobre possíveis materiais, métodos e fabricantes dos equipamentos, e suas atribuições incluem a colaboração aos projetistas e proprietários em relação à obra. Por sua vez, os proprietários decidem as regras das informações, como convenção de cores dos ambiente e níveis de detalhamento. Suas atribuições envolvem compatibilização de padrões e regras.

A integração das **informações de tipos** ocorre na fase de construção. Os projetistas são responsáveis pelo aperfeiçoamento e finalização das especificações dos ambientes, equipamentos e materiais do modelo. Suas atribuições envolvem a preparação e atualização do modelo BIM, destacando-se a criação de novas propriedades, caso necessário. Já os subcontratados e os proprietários colaboram com os projetistas e auxiliam com a compatibilização de informações, respectivamente.

A inserção das **informações de fabricação** acontece na fase de construção. Os projetistas são responsáveis pelas informações de custo e investimento, e suas atribuições envolvem a colaboração com os proprietários e subcontratados visando atualizações das informações. Já os subcontratados são responsáveis por informações como: modelo, número de série, a fonte de aquisição e data, fornecedor de garantia, data de validade. Suas atribuições envolvem a atualização do modelo BIM e a integração com outros modelos complementares. Por sua vez, os

proprietários fornecem informações atualizadas sobre manutenção e fabricação dos componentes. Suas atribuições envolvem o monitoramento do controle de qualidade do modelo.

A integração das **informações de especificações** ocorre na fase de operação. Nenhum dos três agentes possuem responsabilidade de fornecer informações ao modelo BIM visando gerenciamento de *facilities*, contudo suas atribuições são: atualização e validação das informações já inseridas no modelo BIM até essa fase.

A inserção das **informações de operação** ocorre na fase de operação e restringe-se apenas ao proprietário, que precisam fornecer informações sobre o *status* de atividades e de manutenção, os históricos, as reposições de equipamentos, entre outras. Além disso, suas atribuições envolvem a atualização das informações no modelo BIM.

Figura 11 - Informações inseridas no modelo BIM visando gerenciamento de *facilities*

<b>Informações de identificação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de inserção: Fase de Concepção</li> <li>• Informações fornecidas por: Projetistas e proprietários</li> <li>• Atribuições dos: Projetistas e proprietários</li> </ul>
<b>Informações de zoneamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de inserção: Fase de Concepção</li> <li>• Informações fornecidas por: Projetistas, subcontratados e proprietários</li> <li>• Atribuições dos: Projetistas, subcontratados e proprietários</li> </ul>
<b>Informações de tipos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de inserção: Fase de Concepção</li> <li>• Informações fornecidas por: Projetistas</li> <li>• Atribuições dos: Projetistas, subcontratados e proprietários</li> </ul>
<b>Informações de compra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de inserção: Fase de Construção</li> <li>• Informações fornecidas por: Projetistas, subcontratados e proprietários</li> <li>• Atribuições dos: Projetistas, subcontratados e proprietários</li> </ul>
<b>Informações de especificações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de inserção: Fase de Operação</li> <li>• Informações fornecidas por: (nenhum)</li> <li>• Atribuições dos: Projetistas, subcontratados e proprietários</li> </ul>
<b>Informações de operação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de inserção: Fase de Operação</li> <li>• Informações fornecidas por: Proprietários</li> <li>• Atribuições dos: Proprietários</li> </ul>

Fonte: Baseado em Becerik-Gerber et al. (2012)

Percebe-se que a fase de demolição não está sendo contemplada, pois é uma fase posterior à fase de operação, logo não possui informações relevantes ao gerenciamento de *facilities*.

Conclui-se, dessa forma, que o uso do BIM visando o gerenciamento de *facilities* não refere-se somente à redução do custo durante a fase de operação, mas também ao ganho na qualidade para resposta ao usuário final da edificação, pois as informações que são transmitidas da fase de projeto e construção para a fase de uso e operação podem automatizar a criação de uma lista de equipamentos, alimentar um sistema de gerenciamento e reduzir as solicitações de informações durante uma manutenção (GSA, 2011).

Por fim, a Pesquisa Bibliográfica contribuiu com a percepção da importância de obter as informações corretas e precisas, no momento adequado e envolvendo os profissionais corretos em busca da melhor performance do BIM em gerenciamento de *facilities*. Essa percepção será utilizada no próximo capítulo que apresenta os resultados do método estruturalista.

## 5 RESULTADOS DO MÉTODO ESTRUTURALISTA

O método estruturalista foi realizado em três etapas: (i) Identificação do fenômeno concreto, representado por um modelo BIM expressivo na prática de projeto e construção; (ii) Classificação dos registros (propriedades dos objetos) necessários para a gestão de *facilities* identificada como de interesse, gerando assim, um Modelo Representativo; e (iii) Caracterização do modelo BIM, segundo o Modelo Representativo, no qual foram identificados todos os objetos do modelo que continham os registros classificados na etapa anterior, realizando-se assim, uma análise em relação às propriedades e informações existentes, ou não.

### 5.1 Classificação dos registros

Essa etapa do método estruturalista iniciou com a análise das principais ferramentas de gerenciamento de *facilities* existentes no mercado. A realização dessa análise proporcionou a formatação da estrutura lógica da análise estruturalista, pois foi a partir dela que se confirmou o tipo de gestão estudado nesta pesquisa.

O IFMA possui seis empresas parceiras que comercializam mundialmente ferramentas de gerenciamento de *facilities*. No entanto, apenas quatro destas empresas parceiras comercializam ferramentas que oferecem a interação, direta ou através de padrões abertos, com o modelo BIM. Tais ferramentas são: Archibus, FM: Systems, PlanOn e Trimble Real Estate & Workplace Solutions. O **Archibus** é uma ferramenta que fornece soluções integradas de gerenciamento de *facilities*, para tomar decisões em relação aos seguintes tipos de gestão: de espaço, de risco, de recursos humanos, financeira, de operação e manutenção, de imóveis, de ativos, ambiental, sistemas e infraestrutura (ARCHIBUS, 2016). O **FM: Systems** é uma ferramenta baseada no sistema IWMS que aborda as gestões: estratégica, do espaço, de recursos humanos, de operação e manutenção, de imóvel, de ativos, de projetos e ambiental, com a finalidade de reduzir o custo e aumentar o lucro da organização (FM:SYSTEMS, 2016). O **PlanOn** é uma ferramenta de sistemas IWMS que engloba todo o ciclo de vida da edificação e incorpora os seguintes tipos de gestão: do espaço, de operação e manutenção, de imóvel, de ativos, ambiental e de

infraestrutura (PLANON, 2016). O **Trimble Real Estate & Workplace Solutions** é uma ferramenta que otimiza a troca de informações no ciclo de vida da edificação e aborda os seguintes tipos de gestão: do espaço, da informação, de recursos humanos, financeira, de operação e manutenção, de ativos, de projetos, ambiental, de energia, de sistemas e de infraestrutura (TRIMBLE, 2016). A Tabela 2 apresenta a relação dos tipos de gerenciamento de *facilities* identificados na literatura (Seção 2.1.2), referente à primeira coluna, com as ferramentas supracitadas (referente às demais colunas).

Para preenchimento da tabela foram atribuídos os valores (0) e (1). O valor (0) corresponde à gestão que não é abordada pela ferramenta e o valor (1) corresponde à gestão abordada pela ferramenta.

**Tabela 2 - Relação dos tipos de gerenciamento de *facilities* com ferramentas de gerenciamento**

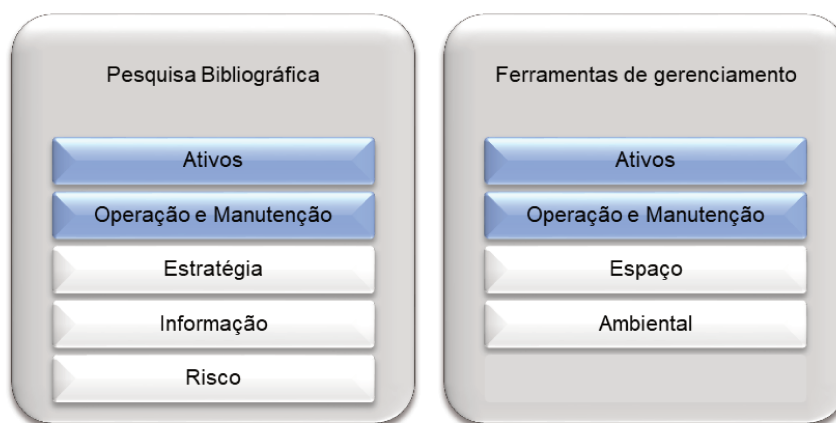
Tipos de Gestão x Ferramentas	Archibus	FM: Systems	Planon	Trimble
Ativos	1	1	1	1
Operação e Manutenção	1	1	1	1
Espaço	1	1	1	1
Ambiental	1	1	1	1
Imóvel	1	1	1	0
Recursos Humanos	1	1	0	1
Risco	1	0	0	0
Estratégica	0	1	0	0
Informação	0	0	0	1
Energia	0	0	0	1
TOTAL	7	7	5	7

Fonte: Elaborado pela autora

A partir da análise da Tabela 2, é possível constatar que: (i) as ferramentas Archibus, FM: Systems e *Trimble Real Estate & Workplace Solutions* abordam a mesma quantidade de gestão de *facilities*, porém distintas (7); (ii) quatro tipos de gestão se destacam por serem abordados em todas ferramentas analisadas e, conseqüentemente, serem os mais explorados pelas empresas de gerenciamento: de ativos, de operação e manutenção, de espaço e ambiental.

Como visto anteriormente, um dos resultados da Pesquisa Bibliográfica foi o reconhecimento dos tipos de gestão de *facilities* mais abordados na área acadêmica: Informação, Estratégia, Operação e Manutenção, Ativos e Risco. A Figura 12 apresenta a correlação entre os principais tipos de gestão abordados pela Pesquisa Bibliográfica e pelas ferramentas analisadas.

**Figura 12 - Correlação dos resultados sobre tipos de gerenciamento**



Fonte: Elaborado pela autora

A combinação dos resultados da Pesquisa Bibliográfica e da análise das ferramentas de gerenciamento culminou na identificação dos dois principais tipos de gestão de *facilities* mais pesquisados e aplicados: gestão de ativos e gestão de operação e manutenção. Assim, determinou-se que esta pesquisa terá como foco a gestão de ativos, pois: (i) esse tipo de gerenciamento de *facilities* apresenta respaldo em bases sólidas para fundamentar a caracterização do modelo BIM na transição do *as-built* para operacional; e (ii) apesar da Pesquisa Bibliográfica ter apontado uma maior abrangência de estudos acadêmicos sobre a gestão de informação e de estratégia, a análise das ferramentas resultou em uma maior abrangência nos tipos de gestão de ativos e de operação e manutenção, significando que a prática aborda mais esses dois tipos de gestão em relação a academia. Desta forma, foi confirmada a **gestão de ativos** como foco desta pesquisa.

Os ativos são considerados itens que possuem valor real ou potencial<sup>7</sup> para uma edificação, como por exemplo as **máquinas**, os **equipamentos** e os **acessórios**, gerenciados através de registros (ABNT, 2014, BEST; LANSTON; VALENCE, 2003).

Como dito anteriormente, na seção 2.1.2, a gestão de ativos é a gestão de inventários, plantas e equipamentos através de registros. Esse tipo de gestão permite que uma edificação obtenha valor a partir dos ativos, alcançando seus objetivos organizacionais. Esses objetivos dependem da natureza e finalidade da edificação (ABNT, 2014).

<sup>7</sup> Um ativo pode fornecer valor real ou potencial para a edificação durante sua vida útil, que corresponde ao período da criação do ativo até seu fim (ABNT, 2014).



Os benefícios da gestão de ativos, segundo ABNT (2014) incluem:

- a. Melhoria do desempenho financeiro, visando retorno de investimento e redução de custos a partir da preservação do valor do ativo;
- b. Decisões sobre investimentos em ativos, o que permite melhoria do processo de decisões da edificação;
- c. Gerenciamento de riscos, preocupando-se com a melhoria da saúde e segurança dos envolvidos com os ativos;
- d. Melhoria dos serviços, garantindo melhor desempenho dos ativos;
- e. Melhoria da eficiência e eficácia, a partir da melhoria dos processos e desempenho dos ativos.

O principal objetivo dessa gestão é protocolar a existência de vários ativos e seus custos, mantendo o controle efetivo a partir de aspectos estratégicos (DEVINE, 2003; BEST; LANSTON; VALENCE, 2003). Entre as soluções integradas, estão as ferramentas BIM, nas quais as informações são vinculadas aos objetos do modelo, inseridas em suas propriedades, e o modelo é reutilizado entre ferramentas. Essa abordagem tem a vantagem de permitir que a informação seja acessada facilmente, bem como de proporcionar a coordenação de toda a edificação através de uma única interface (BEST; LANSTON; VALENCE, 2003).

Segundo BS 8210:2012, os principais registros necessários para gerir os ativos estão apresentados no Quadro 11.

**Quadro 11 - Principais registros de ativos segundo a norma BS 8210:2012 (continua...)**

Registro	Descrição
Número de identificação	Número de cadastro (série ou produção) atribuído ao ativo
Localização	Local do ativo no modelo (ambiente, pavimento)
Expectativa de vida útil	Prazo de geração de benefícios do ativo
Discriminação	Especificação detalhada do ativo
Identificação de riscos	Identificação de riscos que podem ser causados aos usuários e à edificação, advindos do ativo
Modelo	Identificação do tipo ou fenômeno físico do ativo
Fabricante	Agente fabricante do ativo
Data da fabricação	Data específica na qual o ativo foi fabricado
Distribuidor ou vendedor	Agente distribuidor ou vendedor do ativo
Data da aquisição	Data específica na qual o ativo foi adquirido
Data de instalação	Data específica na qual o ativo foi instalado

**Quadro 11 - Principais registros de ativos segundo a norma BS 8210:2012 (final)**

Registro	Descrição
Custo inicial	Valor inicial investido ao adquirir o ativo
Peças sobressalentes	Peças para substituição (ou reserva) usadas para suprir danos ou manutenções
Consumo de energia	Desempenho energético previsto do ativo
Ciclo de substituição	Ciclo temporal da substituição das peças ou do ativo
Necessidade de acesso	Requisição da necessidade de acesso ao ativo
Depreciação acumulada	Somatória das depreciações mensais, desde a aquisição do ativo até o período atual
Valor após depreciação	Valor final após o tempo de depreciação do ativo, desde sua aquisição até o período atual
Manutenção requisitada	Tipo e frequência de manutenção requisitada para manter o bom desempenho do ativo
Custo de manutenção	Custo da manutenção requisitada
Capacitação de trabalho	Tipo de capacitação ou informação necessária para exercer o trabalho de reparo ou manutenção do ativo

Fonte: Baseado na norma BS 8210:2012

A caracterização dos registros (propriedades dos objetos) necessários para a gestão de ativos baseou-se nos registros de ativos, elencados pelo BS 8210:2012 (Quadro 11) e foi realizada gradualmente por meio de 4 Classificações:

- 1ª Classificação: agrupamento dos registros de ativos em relação ao conjunto de propriedades – identificação, zoneamento, tipo, fabricação, especificações e operação;
- 2ª Classificação: associado do registro à fase do ciclo de vida da edificação em que a informação é incorporada à propriedade – concepção, construção e operação;
- 3ª Classificação: associação do registro ao agente responsável pelo fornecimento de informações e atribuições relativas às informações – projetistas, subcontratados ou proprietários; e
- 4ª Classificação: em relação à característica da informação – inerente ao objeto ou ao processo. A informação inerente ao objeto significa que não depende de um fator externo para ser associada à propriedade, como por exemplo, o número de identificação. Já a informação inerente ao processo, significa que depende de algum fator decorrido, como por exemplo, manutenção requisitada.

A **1ª Classificação** resultou no agrupamento dos registros de ativos (Quadro 11) em relação ao conjunto de propriedades segundo Becerik-Gerber et al. (2012): O registro Número de identificação foi associado à propriedade de **Identificação**; o

registro Localização foi associado à propriedade de **Zoneamento**; os registros de Expectativa de vida útil, Discriminação, Identificação de riscos foram associados à propriedade de **Tipo**; os registros de Modelo, Fabricante, Data da fabricação, Distribuidor ou vendedor, Data da aquisição, Data de instalação, Custo inicial foram associados à propriedade de **Fabricação**; os registros de Peças sobressalentes, Consumo de energia, Ciclo de substituição foram associados à propriedade de **Especificação**; e finalmente os registros de Necessidade de acesso, Depreciação acumulada, Valor após depreciação, Manutenção requisitada, Custo de manutenção e Capacitação de trabalho foram associados à propriedade de **Operação**.

A Tabela 3, referente apresenta na primeira e na segunda coluna, respectivamente, os registros de ativos e o agrupamento realizado na **1ª Classificação**. Já nas colunas seguintes, apresenta-se o resultado da **2ª Classificação**, onde o valor (1) indica a fase que ocorre a inserção da informação no registro associado, e o valor (0) indica a não inserção. Esta atribuição também foi inspirada em Becerik-Gerber et al. (2012).

**Tabela 3 - Registro de ativos: momento de inserção em relação à fase do ciclo de vida**

Registros (propriedades)		2ª Classificação		
		Concepção	Construção	Operação
Número de identificação	Identificação	1	0	0
Localização	Zoneamento	1	0	0
Expectativa de vida útil	Tipo	1	0	0
Discriminação		1	0	0
Identificação de riscos		1	0	0
Modelo		0	1	0
Fabricante	Fabricação	0	1	0
Data da fabricação		0	1	0
Distribuidor ou vendedor		0	1	0
Data da aquisição		0	1	0
Data de instalação		0	1	0
Custo inicial	Especificação	0	1	0
Peças sobressalentes		0	0	1
Consumo de energia		0	0	1
Ciclo de substituição		0	0	1
Necessidade de acesso	Operação	0	0	1
Depreciação acumulada		0	0	1
Valor após depreciação		0	0	1
Manutenção requisitada		0	0	1
Custo de manutenção		0	0	1
Capacitação de trabalho		0	0	1
Total		24%	33%	43%

Fonte: Elaborado pela autora

Da mesma forma, a Tabela 4, referente à **3ª Classificação**, apresenta na primeira e na segunda coluna, respectivamente, os registros de ativos e o agrupamento realizado na 1ª Classificação. Já nas colunas seguintes, o valor (1) indica quais agentes são responsáveis por fornecer as informações atribuídas aos registros associados, bem como quais agente possuem atribuições em relação à essas informações. Essas atribuições envolvem, como por exemplo, colaborar com outros agentes, providenciar a inclusão das informações no modelo BIM e monitorar o controle de qualidade do modelo. Por sua vez, o valor (0) indica a não responsabilidade por fornecer as informações atribuídas aos registros associados, nem por possuir atribuições. Esta classificação foi inspirada em Ilter e Ergen (2015).

**Tabela 4 - Registro de ativos e os agentes envolvidos**

Registros (propriedades)		3ª Classificação					
		Projetistas		Subcontratados		Proprietários	
		Fornecimento	Atribuições	Fornecimento	Atribuições	Fornecimento	Atribuições
Número de identificação	Identificação	1	1	0	0	1	1
Localização	Zoneamento	1	1	1	1	1	1
Expectativa de vida útil	Tipo	1	1	0	1	0	1
Discriminação		1	1	0	1	0	1
Identificação de riscos		1	1	0	1	0	1
Modelo	Fabricação	1	1	1	1	1	1
Fabricante		1	1	1	1	1	1
Data da fabricação		1	1	1	1	1	1
Distribuidor ou vendedor		1	1	1	1	1	1
Data da aquisição		1	1	1	1	1	1
Data de instalação		1	1	1	1	1	1
Custo inicial		1	1	1	1	1	1
Peças sobressalentes	Especificação	0	1	0	1	0	1
Consumo de energia		0	1	0	1	0	1
Ciclo de substituição		0	1	0	1	0	1
Necessidade de acesso	Operação	0	0	0	0	1	1
Depreciação acumulada		0	0	0	0	1	1
Valor após depreciação		0	0	0	0	1	1
Manutenção requisitada		0	0	0	0	1	1
Custo de manutenção		0	0	0	0	1	1
Capacitação de trabalho		0	0	0	0	1	1
<b>Total</b>		<b>57%</b>	<b>71%</b>	<b>38%</b>	<b>67%</b>	<b>71%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado pela autora

Por fim, a Tabela 5 referente à **4ª Classificação**, apresenta na primeira e na segunda coluna, respectivamente, os registros de ativos e o agrupamento realizado na 1ª Classificação. Já nas colunas seguintes, o valor (1) indica se a informação referente ao registro possui características inerentes ao objeto ou ao processo de gestão, e o valor (0) indica a não associação. Esta classificação foi criada pela autora.

**Tabela 5 - Registro de ativos e a característica da informação, se é vinculada ao objeto ao processo**

Registros (propriedades)		4ª Classificação	
		Inerente ao objeto	Inerente ao processo
Número de identificação	Identificação	1	0
Localização	Zoneamento	1	0
Expectativa de vida útil	Tipo	1	0
Discriminação		1	0
Identificação de riscos		1	0
Modelo		1	0
Fabricante		1	0
Data da fabricação	Fabricação	1	0
Distribuidor ou vendedor		1	0
Data da aquisição		1	0
Data de instalação		1	0
Custo inicial		1	0
Peças sobressalentes	Especificação	0	1
Consumo de energia		0	1
Ciclo de substituição		0	1
Necessidade de acesso		0	1
Depreciação acumulada		0	1
Valor após depreciação	Operação	0	1
Manutenção requisitada		0	1
Custo de manutenção		0	1
Capacitação de trabalho		0	1
Total		57%	43%

**Fonte: Elaborado pela autora**

Verifica-se, diante das classificações apresentadas nas Tabelas 3 a 5, que:

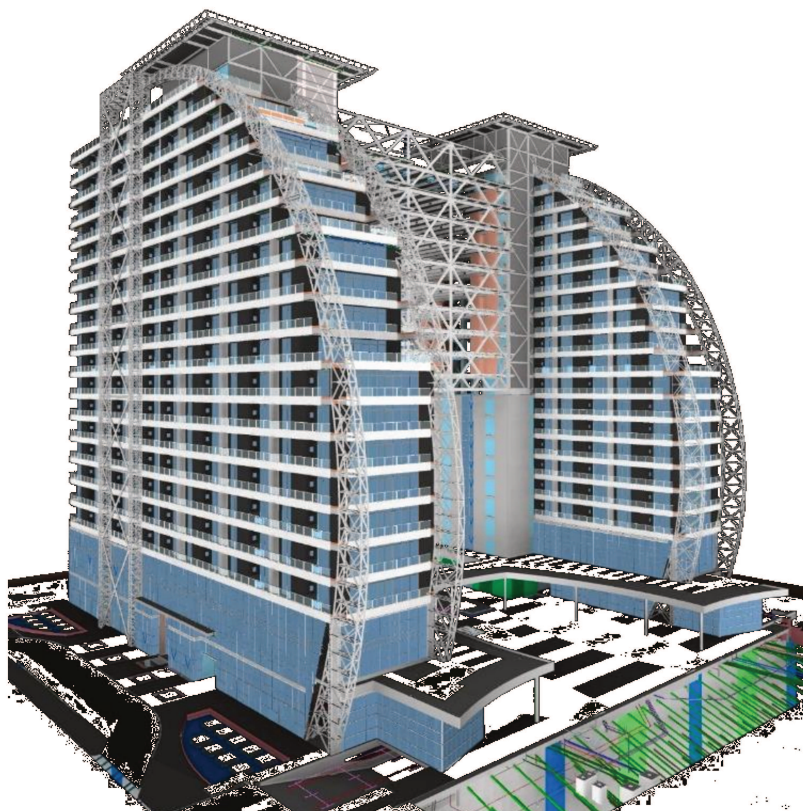
- As fases de concepção (24%) e construção (33%) imputam conjuntamente em maior inserção de informações que a própria fase de operação (43%);
- Coerentemente com a constatação anterior, a maioria dos registros possuem características inerentes ao objeto (57%), o que significa que a maioria das informações não depende de um fator externo – fase de concepção e construção, diferentemente das características de processo (43%) que dependem de algum fator ocorrido – fase de operação;

- Dos registros de ativos, os proprietários são os agentes com maior responsabilidade de fornecer as informações (71%), seguido pelos projetistas (57%) e subcontratados (38%). Em relação às atribuições referentes aos registros, os proprietários são os agentes com maior responsabilidade (100%). Isso quer dizer que em todos os registros de ativos, os proprietários possuem alguma atribuição, entre elas: colaborar com os outros agentes, monitorar e validar as informações. Já os projetistas e subcontratados possuem, respectivamente, 71% e 67% de responsabilidade de atribuições como: preparar, prover e atualizar as informações.

## 5.2 Identificação do fenômeno concreto

O modelo BIM de estudo (Figura 13) foi de uma edificação de uso misto (serviço e comércio) localizada da cidade de Fortaleza, Ceará. O modelo foi disponibilizado pela empresa terceirizada que realizou a modelagem em BIM para o empreendimento.

Figura 13 - Modelo BIM analisado



Fonte: Elaborado pela autora

Trata-se de uma edificação com solução estrutural híbrida, no qual as estruturas de concreto e de metálica estão diretamente associadas e dependentes. Possui 5 subsolos com contenção de parede diafragma e tirantes, 4 pavimentos de uso comum, nos quais funcionarão os comércios, 17 pavimentos de salas comerciais distribuídas em duas torres, 10 pavimentos de salas corporativas localizada entre as duas torres, e um heliponto. A edificação encontra-se atualmente na fase de construção, com previsão de término em dezembro de 2018. Justifica-se a utilização desse modelo a partir da intenção de uso em gerenciamento de *facilities* pela empresa responsável pela gestão, na fase de operação. Este modelo será gerenciado através de ferramentas de gerenciamento de *facilities*, tanto pelo proprietário como pelo gestor da edificação.

Durante o processo de modelagem, que teve início na fase de concepção de projeto, o modelo passou por três etapas distintas, cada qual com usos específicos do BIM e envolvendo os seguintes agentes responsáveis: projetistas, construtores, subcontratados e proprietários. Na primeira etapa da modelagem, ainda na fase de concepção do projeto, os usos iniciais do modelo foram: coordenação 3D e estimativa de custo. A segunda etapa da modelagem marcou a evolução do modelo no acompanhamento da construção com os seguintes usos: planejamento de utilização do local, controle e planejamento 3D. Por fim, na terceira etapa de modelagem, momento atual, os usos associados são: criação do modelo de registro (modelo do *as-built*) e análise de sistemas construtivos. Todas as disciplinas e objetos foram modelados na ferramenta de autoria Autodesk Revit 2016. O modelo possui 18 disciplinas modeladas: estrutura de concreto e metálica, contenção, escavação, arquitetura, ambientação, paisagismo e as seguintes instalações: sanitária, hidráulica, combate a incêndio, elétrica, climatização, detecção de fumaça, automação, fontes, drenagem, gás e telefone. O Quadro 12 apresenta a listagem das disciplinas modeladas e a caracterização do LOD por disciplina.

Vale ressaltar que o LOD identificado em cada modelo de disciplina é em relação aos objetos, ou seja, o que dita em qual LOD está o modelo são os objetos inseridos. Assim, um modelo poderá ter diversos LODs, dependendo dos objetos que o compõem e do uso o qual se destina o modelo. Além disso, segundo AIA (2013) apenas o LOD 500 garante que os objetos possam ser utilizados durante a

fase de uso e operação da edificação, sendo possível alterar e acrescentar informações e/ou propriedades de acordo com a necessidade.

**Quadro 12 - Relação dos LODs das disciplinas modeladas**

Disciplinas	LOD	Disciplinas	LOD
Estrutura de concreto	400	Instalações de combate a incêndio	400
Estrutura metálica	500	Instalações elétricas	400
Contenção	400	Climatização	400
Escavação	300	Detecção de fumaça	400
Arquitetura	300 / 400	Automação	400
Ambientação	300 / 400	Fontes	300 / 400
Paisagismo	300 / 400	Drenagem	400
Instalação sanitárias	400	Gás	400
Instalações hidráulicas	400	Telefone	400

Fonte: Elaborado pela autora

Com a análise do Quadro 12, verifica-se que: (i) a maioria das disciplinas possuem LOD 400, ou seja, os objetos das disciplinas são representações virtuais do projeto proposto e são adequados para a construção; (ii) apenas uma disciplina apresenta o LOD 300, ou seja, os objetos do modelo são adequados apenas para a geração de documentos de construção; (iii) somente a disciplina de estrutura metálica apresenta o LOD 500, ou seja, os objetos foram modelados como conjuntos reais e precisos em termos de tamanho, de forma, de localização, de quantidade e de orientação; e (iv) quatro disciplinas apresentam LOD 300 e LOD 400, caracterizando que existem objetos nos dois LODs, no mesmo modelo.

Dessa forma, como o LOD mínimo dos objetos do modelo é o LOD 300, constata-se que o modelo analisado é adequado para: (i) a geração de documentos de construção; (ii) ser analisado em relação ao desempenho de sistemas sob critérios específicos atribuídos aos objetos; (iii) ser utilizado para desenvolver estimativas de custos com base em informações específicas; e (iv) ser utilizado para mostrar ordem e aparência na escala de tempo dos principais objetos e sistemas com detalhamento. Contudo, ainda não está adequado para a gestão de *facilities*.

### 5.3 Caracterização do modelo BIM estudado

Esta etapa iniciou-se com a identificação, no modelo BIM estudado, dos objetos considerados ativos. Em cada disciplina do modelo BIM, foram listados os objetos contidos no modelo e verificados se eram: (i) objetos considerados como



máquinas, equipamentos e acessórios da edificação segundo Best, Langston e Valence (2003); (ii) objetos que demandariam manutenção preventiva e corretiva; e (iii) objetos que possuíam valor de depreciação. Se positivo, o objeto era filtrado e incluído em tabelas para posterior análise. Se negativo, o objeto era desconsiderado. Os itens verificados são relacionados aos registros de ativos que envolvem valor financeiro.

Constatou-se que apenas 7 disciplinas – das 18 existentes –, possuíam objetos de ativos segundo estes critérios. Seriam elas: arquitetura, climatização, detecção, instalação elétrica, instalação de fontes, instalação hidráulica e instalação de combate ao incêndio. A Tabela 6 discrimina o resultado deste processo.

**Tabela 6 - Objetos de ativos encontrados no modelo BIM estudado (continua...)**

Disciplina	Categoria	Família	Qtde	LOD
Arquitetura	Esquadria	Porta simples de abrir	1.061	300
		Porta tripla de abrir	44	300
		Porta simples – veneziana fixa	69	300
		Porta dupla – veneziana fixa	26	300
		Porta tripla – veneziana fixa	20	300
		Porta Corta - Fogo	142	300
		Porta de correr dupla envidraçada	2	300
		Porta dupla – vidro e alumínio	44	300
		Porta tripla – vidro e alumínio	402	300
		Porta 7 folhas 90º - vidro e alumínio	44	300
		Porta 8 folhas - vidro e alumínio	22	300
		Janela simples - abrir	493	300
Janela dupla - correr	11	300		
Climatização	Equipamento de climatização	LG_VRF_Indoor_4-Way_18-24MBh_V1.1	230	400
		LG_VRF_Air Source_HP_208-230_Mini_V1.3	36	400
		LG_VRF_Indoor_Wall Mount_18-24MBh_V1.9	84	400
		HVAC-Air-Conditioning_Chaffoteaux_Arianext_S_Ext-50	24	400
		AIR_Conditioner-Split_System_Outdoor-Carrier-Single_Split-180	2	400
		AIR_Conditioner-Split_System_Indoor-Carrier-Wall_Type	2	400
	Componente de climatização	Unidade evaporadora	22	300
		Ventilador de Insuflamento	24	300
	Terminal de ar	Difusor de suprimento - Grelha retangular com Plenum - Horizontal - Hospedado	58	400
Detecção	Dispositivo de detecção	Detector de fumaça	127	300
		Acionador e sirene digital	8	300

Tabela 6 - Objetos de ativos encontrados no modelo BIM estudado (final)

Disciplina	Categoria	Família	Qtde	LOD
Instalações Elétricas	Equipamento elétrico	Luminária	1.024	300
		Luminária de emergência	119	300
		Arandela para banheiro	6	300
		Transformador	6	300
	Dispos. elétrico	M_Wall Occupancy Sensor – Regular Voltage	32	300
Fontes	Equipamento de fontes	Filtro Tipo 1	6	300
		Filtro Tipo 2	9	300
		Motobomba Tipo 1	6	300
		Motobomba Tipo 2	15	300
Instalações hidráulicas	Aces. hidráulico	Hidrômetro	439	400
	Equipamento hidráulico	Bomba de pressurização	2	300
		Bomba de recalque	4	300
Instalações de combate ao incêndio	Equipamento de combate ao incêndio	Hidrante	91	400
		V.R.P	1	300
		Bomba de incêndio	3	300
<b>TOTAL</b>				
7 disciplinas	11 categorias	39 famílias	4.760 objetos	

Fonte: Elaborado pela autora

É válido ressaltar que, no caso do modelo da disciplina de Arquitetura, apresenta-se somente a categoria Esquadrias por esta ser a única modelada e que responde aos critérios adotados de seleção para a gestão de ativos. Caso o modelo BIM da disciplina de Arquitetura contivesse categorias como, por exemplo, Piso, Guarda-corpo e Mobiliário, estas também seriam consideradas ativos.

O levantamento de quantidade de objetos desenvolveu-se a partir da extração de tabelas de quantitativos da ferramenta BIM utilizada (Autodesk Revit). Para cada categoria de objetos foi criada uma tabela distinta na ferramenta (ao todo 11 tabelas de quantitativos), no qual as linhas discriminavam os objetos e as colunas apresentavam as propriedades existentes nos mesmos. A Figura 14 é um exemplo de uma tabela de quantitativo de uma das disciplinas no modelo estudado (Fontes), no qual indica a categoria, a família, os objetos e a quantidade. Dessa forma, foram identificados os objetos de ativos e a quantidade de famílias e objetos existentes no modelo estudado.

Figura 14 - Tabela de quantitativo na categoria EQUIPAMENTO DE FONTES do modelo BIM estudado

<Categoria - Equipamento de Fontes - Objetos>		
A	B	C
FAMÍLIA	OBJETOS	QUANTIDADE
Filtro Tipo 1	Filtro Alpacete	6
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	9
Motobomba Tipo 1	M.Bomba Meka	6
Motobomba Tipo 2	M.Bomba Alpacete	15

Fonte: Elaborado pela autora

Em relação às nomenclaturas das famílias que aparecem na Tabela 6, vale salientar que são exatamente iguais às nomenclaturas encontradas no modelo BIM estudado. A lista completa com as imagens, os nomes e as quantidades dos objetos de ativos encontra-se no Apêndice A.

Com a análise da Tabela 6, verificou-se que a maioria dos objetos considerados ativos no modelo em questão encontrava-se no LOD 300 (76%). Isso significa que esses objetos são representações virtuais do projeto proposto e são adequados para o uso na fase de construção. Essa verificação está de acordo com a segunda etapa do processo de modelagem do modelo analisado, cuja evolução visou o acompanhamento da construção com os seguintes usos determinados por CIC (2011): planejamento de utilização do local, controle e planejamento 3D. Já os objetos de ativos que se encontram no LOD 400 (24%) também são representações virtuais do projeto proposto e são adequados para o uso na fase de construção, contudo possuíam informações detalhadas de fabricação e montagem.

Após a identificação dos objetos de ativos, foi feita uma análise, em cada uma das tabelas criadas na ferramenta BIM, visando avaliar as propriedades dos objetos e os registros de ativos correspondentes, relacionados em BS 8210:2012. A Figura 15 mostra apenas parte de uma tabela de quantitativo de uma das disciplinas no modelo estudado, no qual indica a categoria, a família, os objetos, a quantidade de objetos e algumas das propriedades existentes nos objetos. Nesse caso, estão sendo exibidos quatro registros de ativos: Localização (que está preenchido) e Número de identificação, Modelo e Fabricante (que não estão preenchidos).

Figura 15 - Tabela de quantitativo por categoria do modelo BIM estudado

<Categoria - Equipamento de Fontes - Propriedades>						
A	B	C	D	E	F	G
FAMILIA	OBJETOS	QUANTIDADE	Nº DE IDENTIFICAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	MODELO	FABRICANTE
Filtro Tipo 1	Filtro Alpacete	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 1	Filtro Alpacete	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 1	Filtro Alpacete	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 1	Filtro Alpacete	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 1	Filtro Alpacete	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 1	Filtro Alpacete	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Filtro Tipo 2	Filtro Alpacete 84Kg	1		Subsolo 01		
Motobomba Tipo 1	M.Bomba Meka	1		Subsolo 01		
Motobomba Tipo 1	M.Bomba Meka	1		Subsolo 01		
Motobomba Tipo 1	M.Bomba Meka	1		Subsolo 01		
Motobomba Tipo 1	M.Bomba Meka	1		Subsolo 01		
Motobomba Tipo 1	M.Bomba Meka	1		Subsolo 01		
Motobomba Tipo 1	M.Bomba Meka	1		Subsolo 01		
Motobomba Tipo 2	M.Bomba Alpacete	1		Subsolo 01		

Fonte: Elaborado pela autora

Essa análise, apresentada na Figura 15, foi feita nos 4.760 objetos<sup>8</sup> distribuídos em 39 famílias e 11 categorias apresentados na Tabela 6. Com isso, foi possível realizar um diagnóstico preciso, apresentado na Tabela 7, sobre as propriedades dos objetos, no que se refere à: (i) Propriedades preenchidas: propriedades existentes que contém informação inserida; (ii) Propriedades não preenchidas: propriedades existentes que não contém informação inserida; (iii) Propriedades inexistentes.

Em relação ao preenchimento da Tabela 7, o valor (1) é atribuído à existência da propriedade e da informação, o valor (0) é atribuído à existência da propriedade não preenchida, ou seja, que não possui informação; e o valor (-1) é atribuído à inexistência da propriedade e, conseqüentemente, da informação. Com isso, o desenvolvimento desta tabela foi subsidiado pela classificação das propriedades e informações existentes nos objetos de ativos do modelo estudado.

<sup>8</sup> A quantidade de objetos analisada poderia ser maior caso o modelo estudado estivesse mais completo em termos de modelagem geométrica.

Tabela 7 - Relação entre os registros de ativos e as categorias dos objetos

Objetos de ativos Registros de Ativos	Esquadrias	Equip. de climatização	Máq. de climatização	Terminais de ar	Disposit. de detecção	Equip. elétrico	Dispositivo elétrico	Equip. de fontes	Acessórios hidráulicos	Equip. hidráulicos	Equip. contra incêndio	Total
	Número de identificação	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Localização	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Expectativa de vida útil	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Discriminação	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Identificação de riscos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Modelo	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
Fabricante	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Data da fabricação	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Distribuidor ou vendedor	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	
Data da aquisição	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Data de instalação	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Custo inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peças sobressalentes	0	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Consumo de energia	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Ciclo de substituição	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Necessidade de acesso	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Depreciação acumulada	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Valor após depreciação	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Manutenção requisitada	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Custo de manutenção	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Capacitação de trabalho	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
% Prop. preenchidas (1)	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	9%
% Prop. não preenchidas (0)	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22%
% Prop. inexistentes (-1)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	69%

Fonte: Elaborado pela autora

É importante ressaltar que apenas os objetos das categorias de equipamentos de climatização (coluna 3), terminais de ar (coluna 5) e dispositivos elétricos (coluna 7) foram desenvolvidos pelos próprios fornecedores. Os demais objetos foram modelados, pela empresa terceirizada responsável pela modelagem, de acordo com as informações existentes nos projetos executivos disponibilizados. Além disso, os objetos de ativos estão agrupados por categoria, pois todos os objetos agrupados possuíam as mesmas características<sup>9</sup>.

A partir da análise da Tabela 7, verifica-se que a maioria das propriedades são inexistentes (-1) com 69% – seguido das propriedades não preenchidas (0) com 22% e das propriedades preenchidas (1) com 9%. Há, portanto, a necessidade de criar

<sup>9</sup> Se caso ocorresse de um objeto se diferenciasse de outro de mesma categoria (consequentemente em uma mesma família) em relação às propriedades preenchidas, esta análise teria sido agrupada por objetos e não por categorias.

novas propriedades e inserir informações para atender aos registros requeridos para gestão de ativos, ou seja, preparar o modelo BIM para representar um modelo *as-built* BIM para operação (nível 0) e registrar informações relativas aos usos de operação no modelo (nível 1). É válido salientar que o esforço de criação de novas propriedades é diferente do esforço de inserção de novas informações. A criação de novas propriedades demanda a modificação de famílias, a atualização do modelo, a verificação da consistência do modelo e, por fim, o preenchimento da propriedade. Já a inserção de informações requer, apenas, o preenchimento da propriedade já existente no modelo BIM.

A seguir relaciona-se esforço necessário para adequar o modelo BIM à gestão de ativos considerando: (i) a fase do ciclo de vida da edificação – quando; (ii) o agente responsável – quem; e à característica da informação – o que. Como foi observado na Tabela 7 que além da inexistência da informação, ocorre também a inexistência da propriedade, nas análises que seguem busca-se identificar o esforço diferenciando a criação de propriedades e a inserção de informação. Desta forma, a Tabela 8 exibe as atividades de criação de novas propriedades e a inserção de novas informações pela perspectiva das fases do ciclo de vida. Por sua vez, a Tabela 9 apresenta a relação das atividades supracitadas pela perspectiva dos agentes responsáveis. Por fim, a Tabela 10, apresenta as mesmas atividades em relação à característica da informação, se é inerente ao objeto ou ao processo.

**Tabela 8 - Esforço de criação de propriedades e inserção de informação nos objetos existentes de ativos por fase do ciclo de vida no modelo estudado**

Atividades	Fase do ciclo de vida		
	Concepção	Construção	Operação
Quantidade de propriedades a criar	22	43	95
% de propriedades a criar	10%	19%	41%
Quantidade de informações a inserir	20	29	2
% de informações a inserir	9%	13%	1%

Fonte: Elaborado pela autora

**Tabela 9 - Esforço de criação de propriedades e inserção de informação nos objetos existentes de ativos por agentes responsáveis no modelo estudado**

Atividades	Agentes responsáveis		
	Projetistas	Subcontratados	Proprietários
Qtde de propriedades que demandam criação	95	95	156
% de propriedades a criar (atribuições)	41%	41%	68%
Qtde de informações que demandam inserção	49	29	40
% de informações a inserir (fornecimento)	21%	13%	17%

Fonte: Elaborado pela autora

**Tabela 10 - Esforço de criação de propriedades e inserção de informação nos objetos existentes de ativos por características da informação no modelo estudado**

Atividades	Característica	
	Inerente ao objeto	Inerente ao processo
Quantidade de propriedades a criar	65	95
% de propriedades a criar	28%	41%
Quantidade de informações a inserir	49	2
% de informações a inserir	21%	1%

**Fonte: Elaborado pela autora**

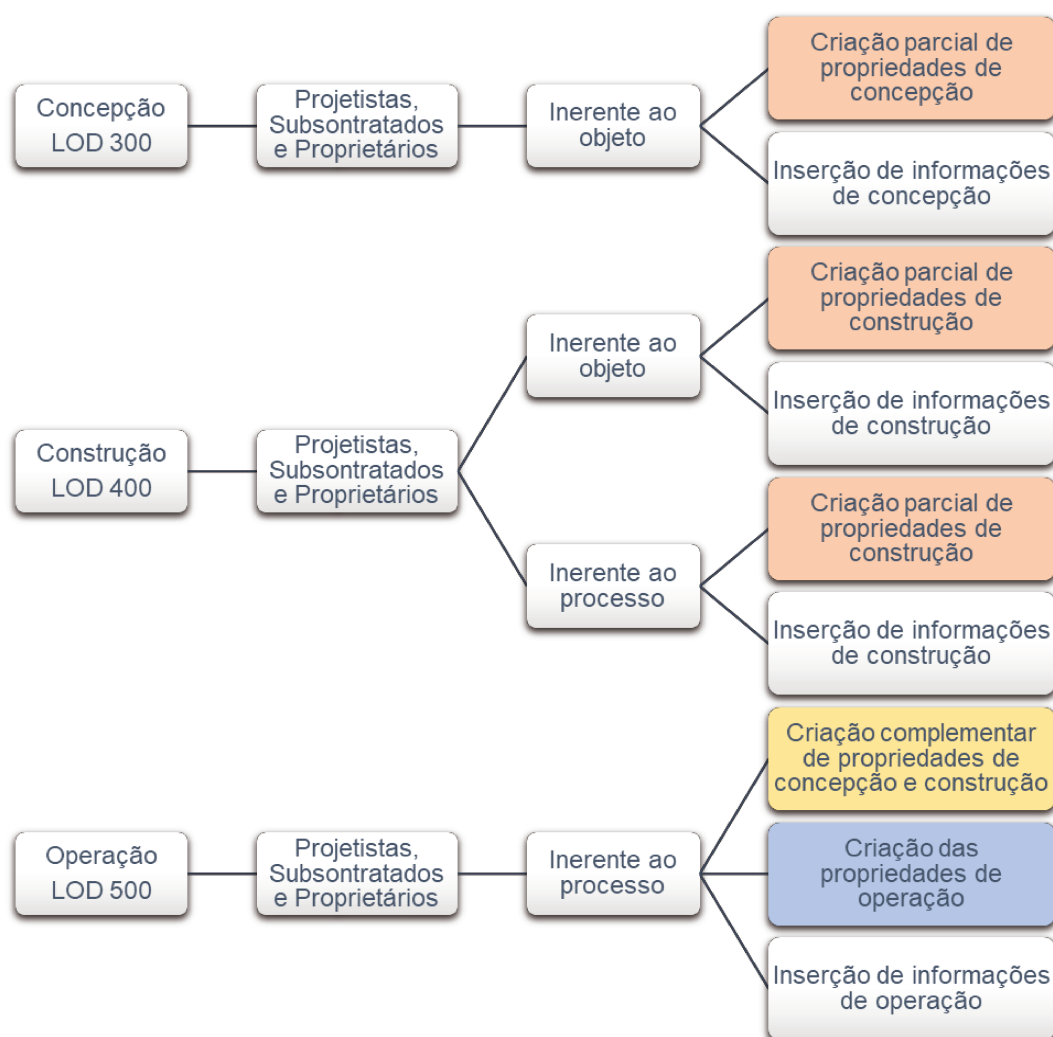
A Tabela 8 indica que será preciso um esforço de, nas fases de concepção e construção, 29% de criação de propriedades, e 22% na inserção de informações (Nível 0 - registro do modelo *as-built* BIM para operação), para que o modelo em estudo chegue à fase de operação necessitando apenas um esforço de 41% para a criação de novas propriedades e 1% para a inserção de informações em propriedades já existentes (Nível 1 - registro das informações relativas aos usos de operação do modelo BIM).

Por meio da análise da Tabela 9, verifica-se que os proprietários são os agentes com maior quantidade de propriedades sob sua responsabilidade. Dentre essas propriedades, 68% demandam a criação pela empresa responsável pela modelagem, e 17% requerem inserção de informações nas propriedades já existentes. Já os subcontratados são responsáveis por 54% das propriedades do modelo estudando, sendo 41% demanda de criação e 13% de inserção de informações. Por sua vez, os demanda-se dos projetistas a criação de 41% das propriedades e de inserirem 21% de informações no modelo estudado. Ademais, como visto na Tabela 4, algumas informações são de responsabilidade compartilhada, isto é, mais de um agente está envolvido nas atividades de criação e inserção de propriedades e informações. Dessa forma, quanto mais os projetistas e proprietários – agentes que estão envolvidos na fase de concepção – se comprometem a demandar propriedades e inserir informações antecipadamente, menor esforço será requerido dos demais agentes responsáveis ao longo do ciclo de vida da edificação.

Por fim, de acordo com a análise da Tabela 10, observa-se que a necessidade de criação de novas propriedades com características inerentes ao processo (41%) é maior em relação à criação de novas propriedades com características inerentes ao objeto (28%). Isso demonstra, novamente, que o modelo estudado não está

preparado para a gestão de ativos. Quanto à inserção de informações, o modelo também deixa a desejar por faltar informações essenciais para as fases de concepção e construção, representadas pelas informações inerentes ao objeto (21%). Assim, é possível concluir que, para esse modelo em estudo, o esforço de criação de novas propriedades e inserção de informações ocorre ao longo do ciclo de vida, sendo de responsabilidades compartilhadas e referentes tanto ao processo quanto ao objeto, como mostra a Figura 16.

**Figura 16 - Cenário de criação e inserção de propriedades e informações de registros de ativos no modelo BIM estudado**



Fonte: Elaborado pela autora

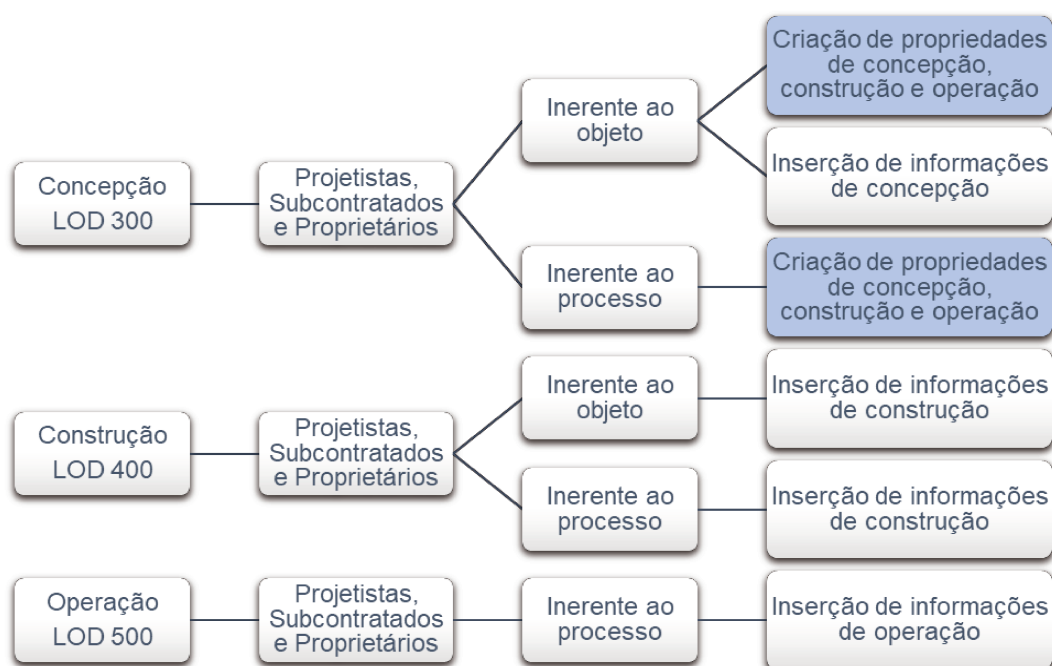
A Figura 16 mostra o cenário de criação de propriedades e inserção de informações de registros de ativos no modelo BIM estudado. Verifica-se que, ao longo da concepção e construção, as propriedades relativas aos registros de ativos foram parcialmente criadas (cor laranja), sendo necessário a criação complementar



dessas propriedades na fase de operação (cor amarela), assim como a inserção das informações a elas relativas.

Já o cenário apresentado na Figura 17 apresenta a criação das propriedades (cor azul) relativas às informações de concepção, construção e operação, já na fase de concepção. Essa situação facilita o trabalho de todos os agentes envolvidos e reduz erros por falta de informações essenciais para a gestão de ativos, visto que um grande esforço necessário será realizado inicialmente, e não no momento no qual seria demandado.

**Figura 17 - Cenário de criação e inserção de propriedades e informações de registros de ativos concentrados na fase de concepção**



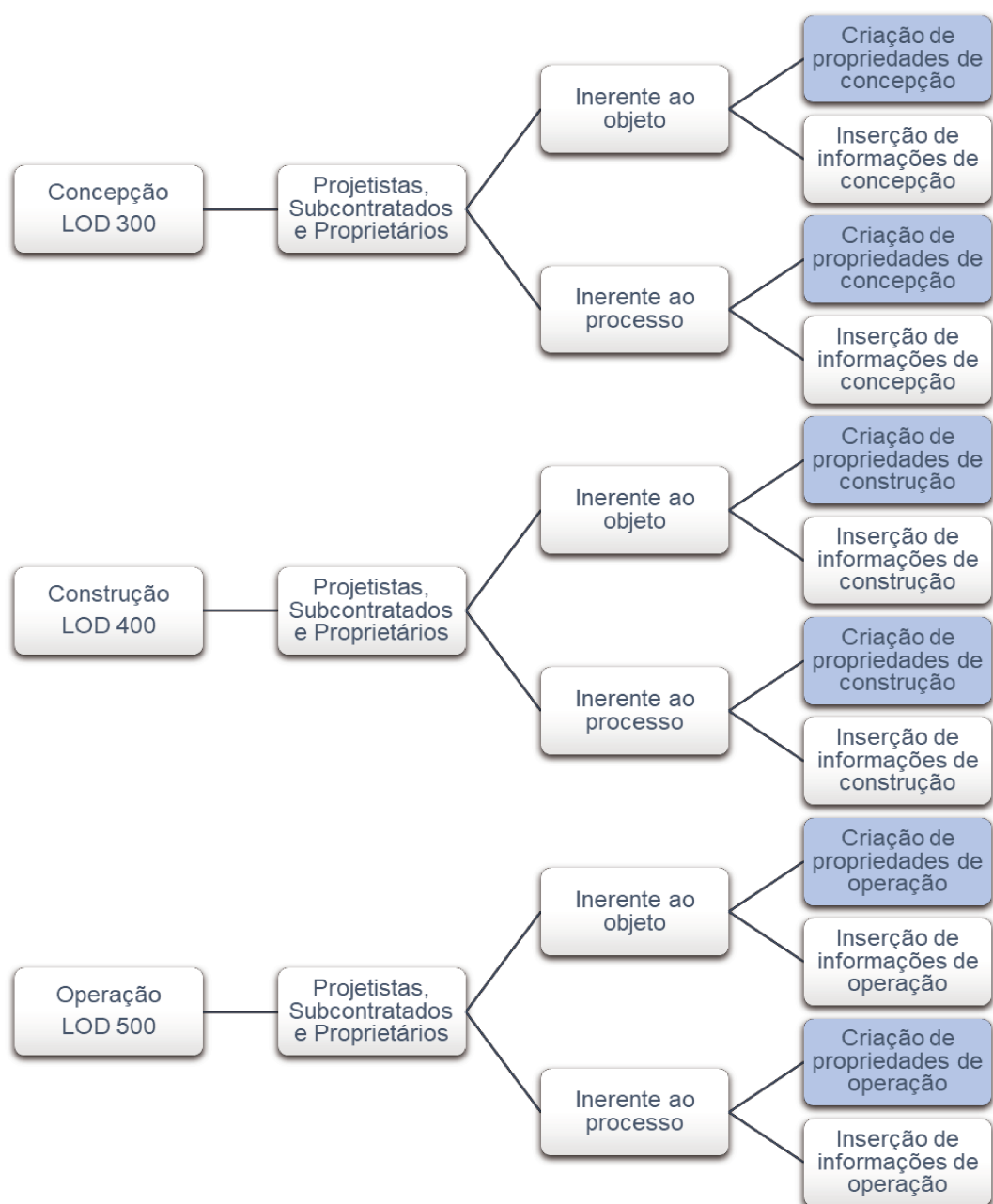
Fonte: Elaborado pela autora

Neste cenário, os objetos do modelo BIM encontram-se no LOD 500 na fase de operação, o que significa que os objetos são modelados como conjuntos reais e precisos em termos de tamanho, de forma, de localização, de quantidade e de orientação. A partir do momento em que a atividade de criação de novas propriedades estão concentradas na fase de concepção, os esforços são reduzidos, devido: (i) à eliminação, ou redução, da criação de novas propriedades ao longo do ciclo de vida; (ii) à limitação das atividades de inserção das informações nas propriedades já criadas; e (iii) as informações a serem inseridas nas fases seguintes

à construção, serão apenas inerentes ao processo, já que este depende de fatores externos que ocorrerão durante o ciclo de vida da edificação.

Outro cenário possível é o apresentado na Figura 18, no qual a criação de propriedades e a inserção de informações acontece ao longo do ciclo de vida da edificação, respeitando as fases, LODs e evolução do modelo BIM.

**Figura 18 - Cenário de criação e inserção de propriedades e informações de registros de ativos ao longo do ciclo de vida da edificação**



Fonte: Elaborado pela autora

Os benefícios da aplicação do cenário exposto na Figura 18 são, principalmente: (i) a evolução do LOD dos objetos acompanhando o desenvolvimento do Modelo BIM, sendo na fase de concepção o LOD300 (relativo às propriedades de identificação, zoneamento e tipo), na fase de construção o LOD 400 (relativo às propriedades de fabricação), e por fim, na fase de operação o LOD 500 (relativo às propriedades especificação e operação); e (ii) o esforço de criação de propriedades é distribuído ao longo do ciclo de vida da edificação, de forma contínua e uniforme.

Dessa forma, acredita-se que as Figuras 17 e 18 representam dois Modelos Representativos para obter um modelo BIM que visa a gestão de ativos, considerando, na Figura 17, o planejamento inicial de criação de propriedades e a continuidade da inserção de informações ao longo do ciclo de vida da edificação; e, na Figura 18, a criação das propriedades e inserção das informações ao longo do ciclo de vida da edificação. Esses Modelos Representativos são produtos transferíveis, que podem ser utilizados como base para outros tipos de estudos de caso e/ou de gestão de *facilities*.

## 6 TRANSFORMAÇÕES DO MODELO BIM

Este capítulo apresenta a comparação entre as informações identificadas na Classificação dos registros da gestão ativos (Modelo Representativo), com as informações encontradas na Caracterização do modelo BIM (Fenômeno Concreto). O resultado da comparação direciona para a identificação do tipo de transformação – total, parcial ou inexistente – associada aos objetos do modelo BIM, ou seja, às propriedades e informações contidas nos objetos.

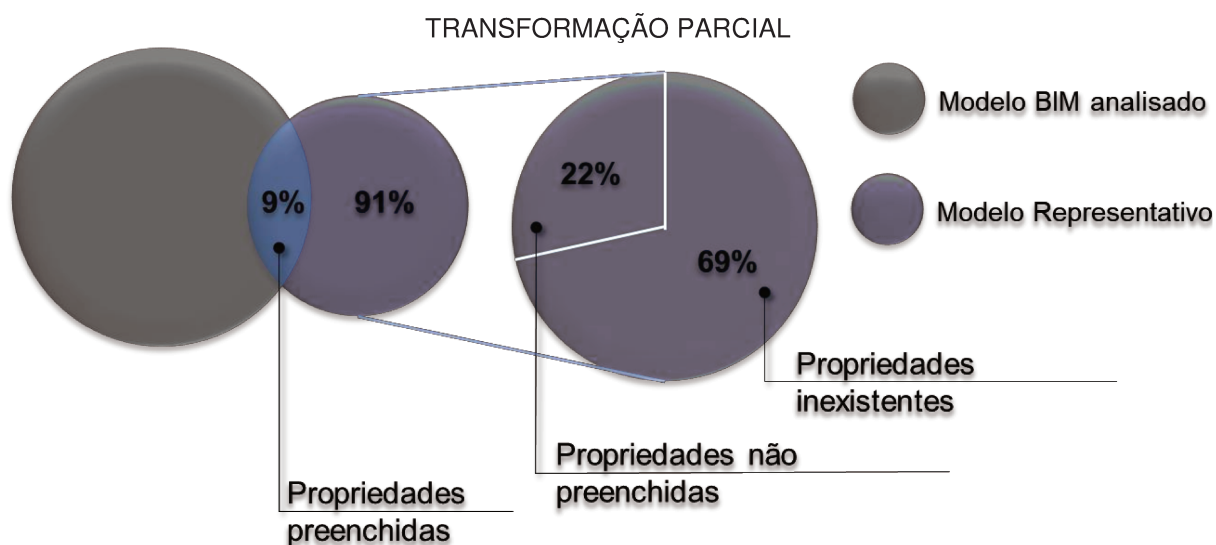
A partir da análise da Tabela 7, percebe-se que será requerido um esforço para alterar as famílias dos objetos, pois a maioria das propriedades são inexistentes ou não estão preenchidas, com exceção dos objetos provenientes dos fornecedores. Logo, serão demandadas organização e disciplina na criação de novas propriedades e inserção de novas informações para preencher as propriedades (novas ou existentes).

Ademais, a análise comprova também que o processo de modelagem BIM, do modelo estudado, não visou o gerenciamento de ativos desde o início (durante a fase de concepção), pelo fato de não conter todas as propriedades inseridas nos objetos.

A vantagem de já considerar o gerenciamento de *facilities* desde o início do processo de modelagem é a existência das propriedades necessárias quando há a demanda de inserção de novas informações, como apresentado na Figura 17. Dessa forma, o processo de gestão torna-se organizado e simplificado para o agente responsável, sem que esse tenha a preocupação de criar novas propriedades.

Considerando as discussões supracitadas, contata-se que será preciso realizar uma **transformação parcial** (Figura 19), ou seja, apenas parte das propriedades dos objetos do modelo, ou das informações contidas nessas propriedades, deverá ser criada ou inserida no modelo BIM para uso na gestão de ativos, já que algumas propriedades e informações necessárias já estão implantadas.

Figura 19 - Tipo de transformação identificado no modelo estudado



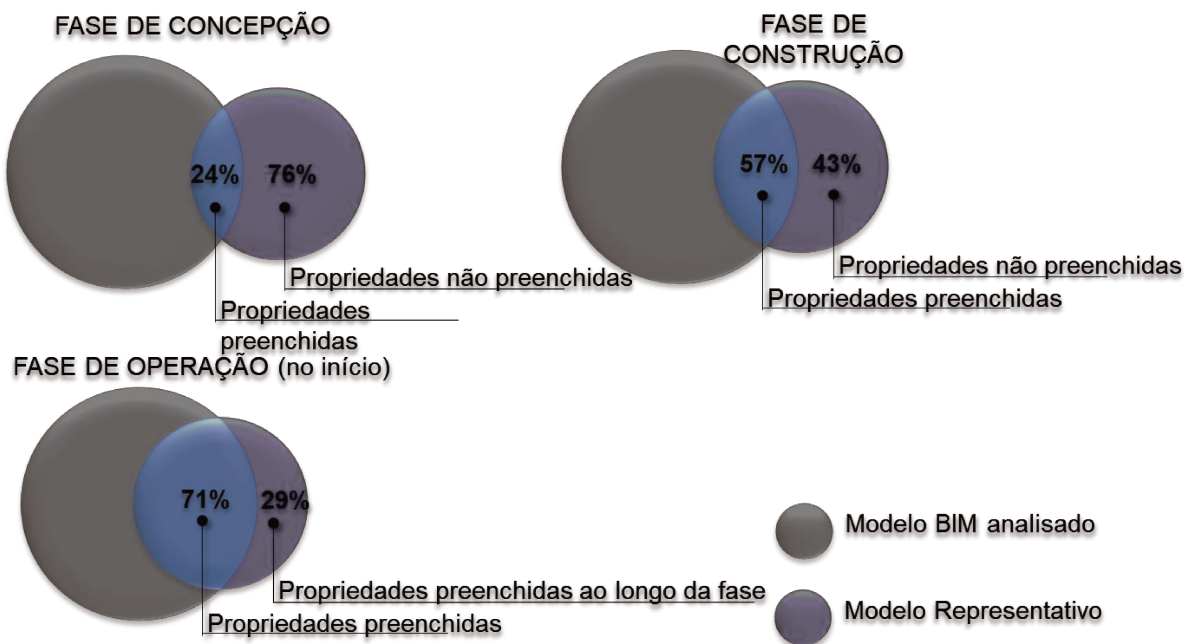
Fonte: Elaborado pela autora

As porcentagens apresentadas na Figura 19 são relativas ao resultado da Tabela 7. Dessa forma, 9% indica que as propriedades existem e estão preenchidas, atendendo às informações da Classificação dos registros. Contudo, 22% das propriedades não estão preenchidas (não contém informações) e 69% das propriedades são inexistentes, totalizando 91% de despreparo do modelo para atender à gestão de ativos.

Dessa forma, acredita-se que a melhor forma de considerar um planejamento inicial visando à gestão de ativos é a busca para minimizar a necessidade de criação de novas propriedades na fase de operação (quando são demandadas), nos objetos do modelo BIM, para que a atividade principal seja apenas a inserção de novas informações.

Considerando a mesma representação em porcentagem, apresentada na Figura 19, relativo ao cenário de transformação parcial do modelo estudado, a Figura 20 exibe a relação entre o esforço de criação de propriedades e inserção de informações ao longo das fases do ciclo de vida concepção, construção e operação, considerando o cenário do Modelo Representativo. Os valores percentuais foram retirados da Tabela 3.

Figura 20 - Modelo representativo



Fonte: Elaborado pela autora

Em relação à fase de concepção, foi considerado o preenchimento das propriedades referentes às informações de Identificação, Zoneamento e Tipo (24%), sendo o restante (76%) relativo as fases seguintes. Já em relação à fase de construção, foi acrescido o preenchimento das propriedades referentes às informações de Fabricação (57%), sendo o restante (43%) relativo à fase seguinte. Por sua vez, em relação à fase de operação, foi considerado o preenchimento das propriedades referentes às informações de Especificação (71%), sendo o restante (29%) referentes às informações de Operação.

## 6.1 Esforço demandado no modelo estudado

O esforço para a criação de propriedades e inserção de informações, considerando os recursos da ferramenta BIM Autodesk Revit 2016 utilizada nesse estudo, depende diretamente da propriedade ser de tipo (fixa) ou de instância (variável). O Quadro 13 classifica os registros de ativos quanto à propriedade, e mostra uma maior predominância das propriedades de instância (12) que das propriedades de tipo (9), ou seja, há mais propriedades variáveis que fixas em relação aos registros de ativos relacionados em BS 8210:2012.

Esse resultado está diretamente associado com o nível de esforço para preparar o modelo analisado a ser utilizado em gestão de ativos. Isso porque, a criação de propriedades (de tipo ou instância) e a inserção de informações em uma propriedade de tipo, podem ser realizadas de forma simples, com replicação automática em todo o modelo. Entretanto, se a informação for relacionada à uma propriedade de instância, deverá ser inserida em cada objeto individualmente, tornando o trabalho oneroso.

**Quadro 13 - Análise das propriedades**

Registro de ativos	Propriedade
Número de identificação	Instância
Modelo	Tipo
Fabricante	Tipo
Data da fabricação	Instância
Localização	Instância
Necessidade de acesso	Tipo
Expectativa de vida útil	Tipo
Discriminação	Tipo
Ciclo de substituição	Tipo
Identificação de riscos	Tipo
Distribuidor ou vendedor	Instância
Data da aquisição	Instância
Data de instalação	Instância
Custo inicial	Instância
Depreciação acumulada	Instância
Valor após depreciação	Instância
Peças sobressalentes	Tipo
Consumo de energia	Instância
Manutenção requisitada	Instância
Custo de manutenção	Instância
Capacitação de trabalho	Tipo

**Fonte: Elaborado pela autora**

Considerando a relação exposta no Quadro 13, é possível identificar quantos objetos deverão ser alterados, no modelo estudado, para que este seja utilizado em gestão de ativos. Já o Quadro 14 apresenta a relação das categorias de objetos com a quantidade de parâmetros de tipos e de instâncias identificados e classificados no Quadro 13.

Quadro 14 - Quantidade de parâmetros a serem modificados no modelo estudado

Categoria	Qtde. de famílias	Qtde. de objetos	Qtde. parâmetros a criar		Qtde. informações a inserir	
			Tipo	Instância	Tipo	Instância
Esquadrias	13	2.380	5	8	4	3
Equip. de climatização	6	378	5	9	1	1
Comp. de climatização	2	46	6	9	3	2
Terminais de ar	1	58	5	9	1	2
Dispositivo de detecção	2	135	6	9	3	2
Equip. elétrico	4	1.155	6	9	3	2
Dispositivo Elétrico	1	32	6	8	1	3
Equip. de fontes	4	36	6	9	3	2
Acessório Hidráulico	1	439	6	9	4	1
Equip. Hidráulico	2	6	6	9	3	2
Equip. contra incêndio	3	95	6	9	3	2
Total	39	4.760	63	97	29	22

Fonte: Elaborado pela autora

O Quadro 14 expõe que, para o modelo estudado ser utilizado em gestão de ativos, será preciso:

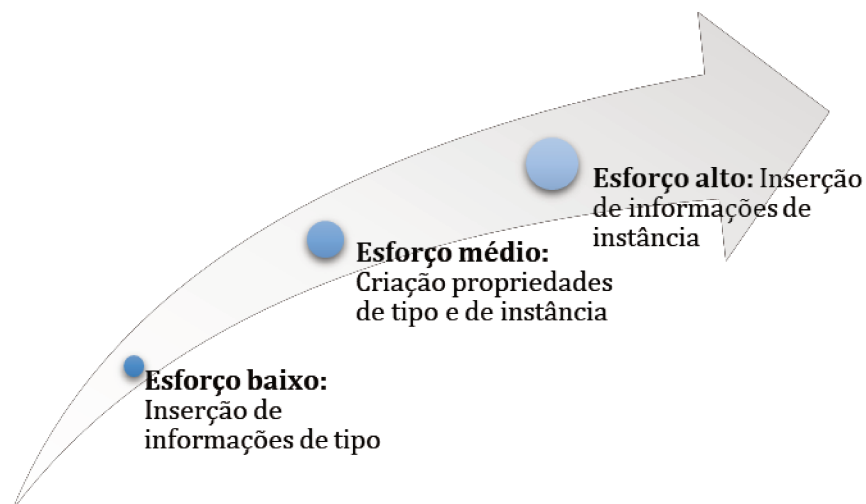
- Inserir 29 informações de tipo em propriedades já existentes, nas 39 famílias: esse esforço é considerado **baixo**, pois a inserção da informação ocorre apenas uma vez, já que a propriedade é de tipo e a informação aparecerá em todos os objetos da família correspondente automaticamente;
- Criar 160 novas propriedades, sendo 63 de tipo e 97 de instância, em 39 famílias: esse esforço é considerado **médio**, pois demanda modificação da família, atualização e verificação da consistência do modelo. Considerando o esforço para criar a propriedade de tipo e de instância, este é o mesmo;
- Inserir 119 informações de instância em 4.760 objetos, sendo 97 nas novas propriedades e 22 nas propriedades já existentes: esse esforço é considerado **alto**, pois a inserção é individual, ou seja, por objeto, pois será preciso editar cada um para a inserção da informação.

Em síntese, para que o modelo estudado seja utilizado em gestão de ativos, deverão ser criadas 160 novas propriedades (entre tipo e instância), e inseridas 29 informações de tipo e 119 informações de instância. Vale ressaltar que o processo de criação de novas propriedades e de inserção de novas informações não interfere nas outras propriedades e informações já existentes. Elas são apenas acrescentadas ao



objeto do modelo BIM. A Figura 21 mostra o caminho do esforço a ser considerado para essas três atividades supracitadas.

**Figura 21 - Esforço demandado para que o modelo estudado seja utilizado em gestão de ativos**



Fonte: Elaborado pela autora

Além disso, é válido lembrar que esses esforços são influenciados pela composição geométrica do modelo, em termos dos objetos de interesse para a gestão de ativos, ditada pelo proprietário. No modelo estudado, essa composição geométrica estava incompleta, percebida pela falta, por exemplo, das categorias de piso, revestimentos e mobiliário.

Dessa forma, para que o modelo em estudo seja utilizado na gestão de ativos, além dos esforços de criação de propriedades e inserção de informações, será preciso incluir os objetos ausentes no modelo, que seriam considerados ativos.

## 6.2 Esforço demandado no Modelo Representativo

Como dito anteriormente, no Capítulo 2, o uso de padrões abertos visando à interoperabilidade entre as ferramentas BIM, é uma solução quando há a necessidade de regularização e padronização da informação, pois esses padrões já possuem diversas propriedades criadas visando o gerenciamento de *facilities*.

O uso de padrões abertos, vistos como protocolos de troca de dados, se dá a partir da instalação de *plug-ins* próprios nas ferramentas BIM. Com esses *plug-ins* é possível obter propriedades pré-estabelecidas em cada objeto do modelo BIM,

inserir as informações essenciais e exportar para que essas informações sejam utilizadas em outras aplicações referentes ao gerenciamento de *facilities*.

Desta forma, considerando o cenário do Modelo Representativo, o uso de padrões abertos torna possível a redução do esforço de criação de propriedades de tipo e de instância (esforço médio) que acontece na fase de concepção do ciclo de vida. Com essa redução, obtém-se um menor impacto de mudança dos objetos do modelo e, conseqüentemente, uma melhoria e facilidade no processo de modelagem. Entretanto, o esforço de inserção de informações em propriedades de tipo (esforço baixo) e em propriedades de instância (esforço alto) ainda será necessário, contudo haverá a redução do esforço de criação de novas propriedades, sejam elas de tipo ou de instância.

Considerando os padrões COBie e IFC, o Quadro 15 apresenta uma comparação dos registros de ativos relacionados em BS 8210:2012 com as propriedades equivalentes à esses padrões abertos. A primeira coluna apresenta a lista dos registros de ativos, a segunda coluna exhibe as propriedades do COBie e a terceira coluna, por sua vez, apresenta as propriedades do IFC.

As propriedades do COBie e do IFC foram obtidas a partir de uma planilha comparativa entre as propriedades de ambos os padrões, chamada de Matrix de Responsabilidade, disponibilizada pela *buildingSmart Alliance*<sup>10</sup>. A lista completa da correlação entre os parâmetros, adaptada dessa Matrix, encontra-se no Anexo A.

O Quadro 15 confirma que há a redução do esforço de criação de novas propriedades, contudo o esforço não é anulado, pois nem todos os registros de ativos estão sendo contemplados nos protocolos de dados COBie e IFC. Os registros não contemplados são: Data da aquisição, Custo inicial (contemplado apenas no COBie), Ciclo de substituição, Depreciação acumulada, Valor após depreciação e Capacitação de trabalho.

Apesar disso, as propriedades já criadas facilitam a inserção das informações e garantem a continuidade do processo de gerenciamento de *facilities*.

---

<sup>10</sup> Endereço de acesso: [projects.buildingsmartalliance.org/files/?artifact\\_id=4093](https://projects.buildingsmartalliance.org/files/?artifact_id=4093)

Quadro 15 - Registros de ativos x Propriedades em padrões abertos

Registro de ativos	Propriedades COBie	Propriedades IFC
Número de identificação	Component.TagNumber	Property.TagNumber
Localização	Component.Space	Space.Name
Expectativa de vida útil	Type.ExpectedLife	Property.ServiceLifeDuration
Discriminação	Component.Description	Product.Description
Identificação de riscos	Issue.Risk	Pset_Risk.RiskRating (IfcPropertyEnumeratedValue, IfcLabel)
Modelo	Type.ModelNumber	Property.ModelLabel
Fabricante	Type.Manufacturer	Property.Manufacturer
Data da fabricação	Component.CreatedOn	OwnerHistory.CreationDate
Distribuidor ou vendedor	Component.CreatedBy	TelecomAddress.ElectronicMail Addresses
Data da aquisição	-	-
Data de instalação	Component.InstallationDate	Property.InstallationDate
Custo inicial	Component.UnitPrice	-
Peças sobressalentes	Spare.PartNumber	IfcPropertySet with Name "COBie_Spare," IfcProperty with name "PartNumber"
Consumo de energia	Type.SustainabilityPerformance	Property. SustainabilityPerformance
Ciclo de substituição	-	-
Necessidade de acesso	Type.AccessibilityPerformance	Property.AccessibilityPerformance
Depreciação acumulada	-	-
Valor após depreciação	-	-
Manutenção requisitada	Type.WarrantyDescription	Property.WarrantyDescription
Custo de manutenção	Type.ReplacementCost	Property.ReplacementCost
Capacitação de trabalho	-	-

Fonte: Adaptado de Buildingsmart Alliance (2013)

Dessa forma, é possível constatar que, mesmo com a utilização de padrões abertos que facilitam a organização das propriedades dos objetos no modelo BIM, ainda haverá o esforço de criação de novas propriedades no modelo estudado, para uso em gestão de ativos. Contudo, esse esforço poderá ser minimizado com o uso do COBie ou do IFC, que facilitam a colaboração e o gerenciamento pois a quantidade de propriedades já existentes é maior que a quantidade de propriedades nativas da ferramenta BIM Autodesk Revit.

## 7 CONCLUSÃO

A presente pesquisa visou a identificação das transformações necessárias no modelo BIM para uso em gestão de ativos, abarcando a evolução de suas propriedades e informações associadas aos objetos do modelo. Foram utilizados os procedimentos metodológicos da Pesquisa Bibliográfica e do Método Estruturalista.

A Pesquisa Bibliográfica apontou que a maioria das pesquisas internacionais dão ênfase à integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação, abordando o Nível 3 (integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação) da implementação de BIM em gerenciamento de *facilities* (Figura 10, p. 52). Entretanto, estes estudos partem do princípio que o modelo de informação estará preparado para este nível de implementação. Em contra partida, verificou-se poucos estudos relativos à confirmação, no modelo de BIM *as-built*, dos registros necessários para esse tipo de gerenciamento (Nível 0). Além disso, a relação feita entre os tipos de gestão identificados na Pesquisa Bibliográfica com os níveis de maturidade de implantação BIM (Tabela 1, p. 54) mostrou que a gestão de informação e estratégica focam em pesquisa no Nível 0 passando direto para os Níveis 3 e 4 (da integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação e da bidirecionalidade resultante da manutenção do modelo BIM por meio de sistema de operação); as pesquisas em gestão de risco focam exclusivamente a integração direta entre o modelo BIM e sistemas de operação (Nível 3); a gestão de operação e manutenção apresenta grande evolução na maturidade de implementação do BIM Níveis 0 a 3; E, por fim, a gestão de ativos apresenta um equilíbrio sobre a incorporação de BIM nos Níveis 0 e 3, também tratando no Nível 1 (inclusão de informações relativas ao uso no modelo). Desta forma, reconheceu-se a gestão de ativos como o tipo de gerenciamento de *facilities* com o maior potencial de aproveitamento de uma investigação que aborda a transição entre os Níveis 0 e 1 (Figura 1, p. 16). Com isso, foram identificadas referências sólidas para fundamentar a caracterização do modelo BIM *as-built* para operação em relação à gestão de ativos (Seção 4.3, p. 55).

- Por sua vez, o Método Estruturalista contemplou abordagens voltadas para a prática. Por meio da análise estruturalista, foi possível associar os registros

necessários para a gestão de ativos aos conjuntos de propriedades – identificação, zoneamento, tipo, fabricação, especificação e operação – e as classificações das informações dos objetos – fase do ciclo de vida (Tabela 3, p. 66), agente responsável (Tabela 4, p. 67) e características inerentes ao objeto ou ao processo (Tabela 5, p. 68). Essa análise estabeleceu um Modelo Representativo (Seção 5.1.1, p. 63) e evidenciou que: (i) as fases de concepção e construção, quando analisadas em conjunto, requerem maior inserção de informações que a própria fase de operação, porém quando analisadas isoladamente, a fase de operação requer maior inserção de informações (relativo às propriedades de especificação e operação); (ii) os proprietários são os agentes com maior responsabilidade de fornecer as informações e cumprir atribuições; (iii) a maioria dos registros possuem características inerentes ao objeto.

Esse Modelo Representativo, aplicado ao modelo estudado, confirmou que a fase que requer maior esforço de inserção de informações é a fase de operação (Tabela 8, p. 77) e que os proprietários são os agentes com maior esforço para fornecer as informações e cumprir atribuições (Tabela 9, p. 77). Contudo, no caso estudado, o esforço de inserção de informações inerentes ao processo será maior que o de inserção de informações inerentes ao objeto (Tabela 10, p. 77). Além disso, houve a estruturação de três cenários. O primeiro representando o cenário ocorrido no modelo BIM estudado, foi diagnosticado a partir do Modelo Representativo. Já os outros dois cenários, foram orientados pelo Modelo Representativo, e representam estratégias diferentes do desenvolvimento dos objetos BIM, em relação à criação das propriedades. O primeiro cenário (Figura 16, p. 80), do modelo BIM estudado, identificou-se que a criação de propriedades foi parcial nas fases de concepção e construção. Já na fase de operação, houve a criação complementar das propriedades das fases anterior, bem como a criação das propriedades de operação. O segundo cenário (Figura 17, p. 81) sugere a criação das propriedades de concepção, construção e operação, ainda na fase de concepção. Dessa forma, o trabalho restante envolve apenas a inserção de informações ao longo das fases de construção e operação. Já o terceiro cenário identificado (Figura 18, p. 82) indica a criação das propriedades referentes a cada fase do ciclo, em seu devido tempo, ou seja, na fase de concepção haveria a criação de propriedades de concepção, na fase de construção, haveria a criação de propriedades de construção, e da mesma

forma, na fase de operação, haveria a criação da fase de operação. Esse último cenário apresenta uma distribuição uniforme da criação de propriedades ao longo do ciclo de vida da edificação.

Além disso, no caso estudado, verificou-se a predominância do LOD 400 a partir da identificação dos objetos de ativos do modelo BIM e dos LODs correlatos. Esta predominância é justificada pelos objetivos iniciais do modelo: extração de quantitativos, verificação de interferências e análise de processos construtivos. Contudo, visando a gestão de ativos, o LOD 500 é o mais adequado para atender a esta demanda.

Em relação às transformações do modelo em estudo, o esforço na criação de novas propriedades, bem como na inserção de informações em propriedades novas e existentes nos objetos do modelo, indica um contexto de transformação parcial (Figura 19, p. 82). Esse esforço foi mensurado em relação às atividades da seguinte forma: (i) Esforço baixo: inserção de informações de tipo; (ii) Esforço médio: criação de propriedades de tipo e de instância; e (iii) Esforço alto: inserção de informações de instância.

Ademais, visando o Modelo Representativo, observou-se que o uso de padrões abertos, como o COBie e o IFC, reduz o esforço da transformação do modelo – já que parte das propriedades exigidas para a gestão de ativos já estão incorporadas nestes padrões (Quadro 15, p. 88).

Conclui-se assim que a presente pesquisa contribuiu para propagação da necessidade da implantação do BIM em processos de operação da edificação, visando principalmente a gestão de ativos. Sobre essa gestão, foram identificadas as informações necessárias para o gerenciamento a partir da criação de um Modelo Representativo que poderá ser replicado para outras gestões. Por fim, houve a compreensão dos esforços necessários para que o modelo BIM seja utilizado para este estudo, recomendando-se que:

- a. As propriedades dos objetos sejam criadas desde o início do ciclo de vida da edificação ou que haja a criação de objetos com LODs 300, 400 e 500 em conjunto com as respectivas propriedades para os objetos de ativos;

- b. As informações sejam inseridas ao longo do ciclo de vida, desde a fase de concepção do projeto; e
- c. Todos os agentes envolvidos durante o processo de modelagem sejam responsáveis pela obtenção e inserção de informações no modelo.

Como contribuição desta pesquisa, destacam-se:

- a. A viabilização e a integração do modelo BIM com sistemas de gerenciamento de *facilities*;
- b. A explicitação de um Modelo Representativo BIM para a gestão de ativos a partir da identificação das informações necessárias, que envolve a criação de propriedade e inserção de informações, e que poderá ser replicado para outras gestões, tornando-se um produto transferível; e
- c. A compreensão dos tipos de esforços necessários para que o modelo BIM seja utilizado para a gestão de ativos, envolvendo propriedades e informações, bem como a aplicabilidade do Modelo Representativo para uso em diagnóstico de Modelo BIM ou para orientação no desenvolvimento de bibliotecas de objetos.

Ressalta-se que esta pesquisa limita-se às informações encontradas na norma britânica BS 8210:2012 (Quadro 11, p. 64) e baseia-se no Modelo Representativo, principalmente, em Becerik-Gerber et al. (2012) e Ilter e Ergen (2015). Além disso, o Modelo Representativo foi contextualizado em um modelo inserido em uma ferramenta com formato proprietário.

Por fim sugere-se, para trabalhos futuros, a validação do Modelo Representativo com a prática brasileira, através de entrevistas com os projetistas, subcontratados, proprietários e gestores das edificações, e também com a aplicação em um caso real, desde a fase de concepção, para verificar a solidez no modelo. Essa aplicação poderá ser feita com o uso de padrões abertos para medir o esforço de transição. Além disso, sugere-se a criação de um Modelo Representativo para os outros tipos de gerenciamento de *facilities*, como operação e manutenção, e espaços; e a avaliação da integração direta entre o Modelo BIM e sistemas FM (Figura 1 – Nível 3) com a verificação de demandas de manutenção manual e dados (Figura 1 – Nível 2).

## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 55000: Gestão de ativos - Visão Geral, princípios e terminologia.** 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2014. 23 p.
- AGUILAR, Kymberli A.; ASHCRAFT, Howard W. Legal Issues When Considering BIM for Facilities Management. In: **TEICHOLZ, Paul (Ed.)**. BIM for Facility Managers. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.
- AIA – AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **AIA Document G202TM 2013: Project Building – Information Modeling Protocol Form.** Disponível em: <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099086.pdf> Acesso em 01 julho 2016.
- AKIN, Ömer. Computer Aided Facilities Management (CAFM). In: **STATE of the Art in Computer Applications do Architecture, Engineering and Construction.** Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 1994. Cap. 7. p. 1-19.
- ALEXANDER, Keith (Ed.). **Facilities Management: Theory and Practice.** Taylor & Francis E-library: e & Fn Spon, 2003a. 196 p.
- ALEXANDER, Keith. Facilities management: a strategic framework. In: ALEXANDER, Keith (Ed.). **Facilities Management: Theory and Practice.** Taylor & Francis E-library: e & Fn Spon, 2003b, p. 02-13.
- ALWAN, Zaid; GLEDSON, Barry J.. Towards green building performance evaluation using asset information modelling. **Built Environment Project and Asset Management**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.290-303, 6 jul. 2015. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/bepam-03-2014-0020>.
- ANDRADE, M. L. V. X. de; RUSCHEL, R. C. Building Information Modeling (BIM). In: KOWALTOWSKI, D. K. et al. (Ed). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia.** Oficina de Textos, 2011, p. 421-442.
- ARAÚJO, T.; HIPPERT, M.; ABDALLA, J. (2011). Diretrizes para elaboração de projetos de Manutenção usando a tecnologia BIM. In **2º. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído** (pp. 749-758). Rio de Janeiro: ANTAC.
- ARCHIBUS. **ARCHIBUS.** Disponível em: <<http://www.archibus.com>>. Acesso em: 24 junho 2016.
- ASBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM.** II ed. [s.l.]: Asbea, 2015. 27 p.
- ASFAND-E-YAR, Muhammad; KUCERA, Adam; PITNER, Tomas. **Smart buildings: Semantic web technology for building information model and building management**



system. **2014 International Conference on Data and Software Engineering (icodse)**, [s.l.], nov. 2014. Institute of Electrical & Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/icodse.2014.7062671>.

AZHAR, Salman; KHALFAN, Malik; MAQSOOD, Tayyab. Building Information Modeling (BIM): Now and Beyond. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, [s.l.], v. 12(4), p.15-28, 2012.

BAJAJ, Deepak. Risk management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 128-145.

BARRETT, Peter; BALDRY, David. **Facilities Management: Towards Best Practice**. 2. ed. [s.l.]: Blackwell Science Ltd, 2003. 299 p.

BARRIOS, C. Parametric Gaudi. In: **International Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics (SIGRADI)**, VIII, 2004, São Leopoldo. Anais... São Leopoldo: Sigradi, 2004.

BARRIOS, C. **Thinking Parametric Design: introducing parametric Gaudi**. Design Studio, [S.I.]: ECPPM, 2006.

BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management: Building in Value**. Oxford: Butterworth-heinemann, 2003.

BECERIK-GERBER, Burcin et al. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s.l.], v. 138, n. 3, p.431-442, mar. 2012. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000433](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000433).

BIMFORUM. **Level of Development Specification Version**. out, 2016. Disponível em: < <http://bimforum.org/lod/>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

BOOTY, Frank (Ed.). **Facilities Management: Handbook**. 4. ed. Oxford: Elsevier, 2009. 459 p.

BRANDÃO, Fernanda; MACHADO, Fernanda; TELES, Roberta Análise Comparativa do Processo de Extração do Padrão COBie entre Ferramentas BIM de Projeto. In: **International Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics (SIGRADI)**, XX, 2006, Buenos Aires. Anais... Buenos Aires: Sigradi, 2016.

BS 8210:2012. BSI STANDARDS PUBLICATION: **Guide to facilities maintenance management**. 2 ed. England: British Standard, 2012. 38 p.

BUILDINGSMART ALLIANCE (Estados Unidos). **COBIE Responsibility Matrix**. 2013. Disponível em: <[projects.buildingsmartalliance.org/files/?artifact\\_id=4093](http://projects.buildingsmartalliance.org/files/?artifact_id=4093)>. Acesso em: 06 jul. 2017.

BUILDINGSMART ALLIANCE (Estados Unidos). **IFC4 Add2 Specification**. 2016. Disponível em: < <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/Add2/html/>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

CARLINO, Alex Elias. **Melhoria dos processos de manutenção em prédios públicos**. 2012. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

CAVKA, Hasan; STAUB-FRENCH, Sheryl; POTTINGER, Rachel. **Evaluating the Alignment of Organizational and Project Contexts for BIM Adoption: A Case Study of a Large Owner Organization**. *Buildings*, [s.l.], v. 5, n. 4, p.1265-1300, 27 nov. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings5041265>.

CBIC. Fundamentos BIM - Parte 1: **Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. - Brasília: CBIC, 2016.

CEN - COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. **EN 15221-1: Facility Management - Part 1: Terms and definitions**. Brussels: CEN, 2006. 15 p.

CIC - COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION Research Program. **BIM Project Execution Planning Guide**. Version 2.1, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. 2011. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 12 out. 2015

CIC - COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION Research Program. **BIM Planning Guide for Facility Owners**. Version 2.0, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. 2013. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 07 set. 2015

COOPER, Ian. Emerging issues in environmental management. In: ALEXANDER, Keith (Ed.). **Facilities Management: Theory and Practice**. Taylor & Francis E-library: e & Fn Spon, 2003b, p. 110-120.

DARDENGO, Cássia Figueiredo Rossi. **Identificação de patologias e proposição de diretrizes de manutenção preventiva em edifícios residenciais multifamiliares da cidade de Viçosa - MG**. 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

DETTWILER, Paul. The Change Management Challenge in Growth Firms. In: FINCH, Edward (Ed.). **Facilities Change Management**. Wiley-Blackwell, 2012, p. 42-56.

DEVINE, Bernie. Asset management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 241-254.

DEWULF, Geert; DEPUY, Lydia; GIBSON, Virginia. Portfolio management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 206-219.

EAST, E. William; NISBET, Nicholas; LIEBICH, Thomas. Facility Management Handover Model View. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [s.l.], v. 27, n. 1, p.61-67, jan. 2013. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000196](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000196).

EASTMAN, Chuck. **Building Product Models**: Computer Environments Supporting Design and Construction. Boca Raton: CRC Press, 1999, 411 p.

EASTMAN, Chuck et al. **BIM Handbook**: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

EBINGER, Matthias; MADRITSCH, Thomas. A classification framework for facilities and real estate management. **Facilities**, [s.l.], v. 30, n. 5/6, p.185-198, 30 mar. 2012. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/02632771211208477>.

FASSI, F. et al. A New Idea of BIM System for Visualization, Web Sharing and Using Huge Complex 3D Models for Facility Management. **Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.**, [s.l.], v. -5/4, p.359-366, 2015. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-5-w4-359-2015>.

FERRAZ JÚNIOR, João Evany. **Mapeamento das percepções de desempenho da gestão da manutenção de sistemas de climatização prediais: o caso do Inmetro**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

FERREIRA, Ian. Energy Management. In: TEICHOLZ, Eric (Ed.). **Facility Design and Management Handbook**. The McGraw-Hill Companies: Digital Engineering Library, 2004, p. 23.1-23.17

FERREIRA, Sérgio Leal. **Proposta de ampliação do modelo IFC com a contribuição do IES LM-63**: a luminária no ciclo de vida da edificação. 2005. 185 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2005.

FM:SYSTEMS. **FM:SYSTEMS**. Disponível em: < <https://fmsystems.com>>. Acesso em: 24 junho 2016.

GAO, T. et al. Full paper: Constructing as-is BIMs from progressive scan data. **Gerontechnology**, [s.l.], v. 11, n. 2, 14 jun. 2012. International Society for Gerontechnology (ISG). <http://dx.doi.org/10.4017/gt.2012.11.02.500.685>.

GHEISARI, Masoud; IRIZARRY, Javier. Investigating human and technological requirements for successful implementation of a BIM-based mobile augmented reality environment in facility management practices. **Facilities**, [s.l.], v. 34, n. 1/2, p.69-84, fev. 2016. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/f-04-2014-0040>.

GIEL, Brittany; ISSA, Raja R. A.. Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners. **Journal of Management in Engineering**, [s.l.], v. 32, n. 1, p.040150241-0401502415, jan. 2016. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000378](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000378).

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

GOMES JUNIOR, Jarem Guarany. **Gerenciamento de projetos de engenharia de manutenção em edifícios públicos: uma abordagem transdisciplinar**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

GSA - GENERAL SERVICES ADMINISTRATION. **Office of Design and Construction**. BIM Guide for Facility Management. Washington: GSA, 2011. 82 p.

HALLBERG, Daniel; TARANDI, Väino. On The Use of Open BIM and 4D Visualisation in a Predictive Life Cycle Management System for Construction Works. **Journal of Information Technology in Construction (itcon)**, [s.l.], v. 16, n. 36, p.445-466, fev. 2011.

HASTINGS, N.A.J. Introduction to Asset Management. In: \_\_\_\_\_. **Physical Asset Management**. 2. Ed.. Switzerland: Springer International Publishing, 2015. p. 26-39. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14777-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14777-2_1)

HASSANAIN, Mohammad A.; FROESE, Thomas M.; VANIER, Dana J.. Operations and maintenance management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 177-205.

IFMA - **International Facility Management Association** (Houston). Disponível em: < <https://www.ifma.org> >. Acesso em: 25 jun. 2016.

ILTER, Deniz; ERGEN, Esin. BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions. **Structural Survey**, [s.l.], v. 33, n. 3, p.228-256, 13 jul. 2015. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/ss-02-2015-0008>.

IRIZARRY, Javier et al. Ambient intelligence environments for accessing building information. **Facilities**, [s.l.], v. 32, n. 3/4, p.120-138, 25 fev. 2014. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/f-05-2012-0034>.

ISIKDAG, U. (2015). Enhanced building information models. Springer

JIAO, Yi et al. A cloud approach to unified lifecycle data management in architecture, engineering, construction and facilities management: Integrating BIMs and SNS. **Advanced Engineering Informatics**, [s.l.], v. 27, n. 2, p.173-188, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2012.11.006>

JUNG, Jaehoon et al. Productive modeling for development of as-built BIM of existing indoor structures. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 42, p.68-77, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.021>.

KANG, Tae-wook; CHOI, Hyun-sang. BIM perspective definition metadata for interworking facility management data. **Advanced Engineering Informatics**, [s.l.], v. 29, n. 4, p.958-970, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2015.09.004>.

KANG, Tae Wook; HONG, Chang Hee. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 54, p.25-38, jun. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.019>.

KASPRZAK, Colleen; DUBLER, Craig. Aligning BIM with FM: streamlining the process for future projects. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, [s.l.], p.68-77, 2012.

KASSEM, Mohamad et al. BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex. **Built Environment Project and Asset Management**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.261-277, 6 jul. 2015. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/bepam-02-2014-0011>.

KENSEK, Karen. BIM Guidelines Inform Facilities Management Databases: A Case Study over Time. **Buildings**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.899-916, 14 ago. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings5030899>.

KHEMLANI, L. **The IFC Building Model: A Look under the Hood**. AECbytes, 2004. Disponível em: <<http://home.fa.utl.pt/~franc/2007/mapoio/projdig/lfcmodel.pdf>>. Acesso em: <06 julho. 2017>

KIVINIEMI, Arto; CODINHOTO, Ricardo. Challenges in the implementation of BIM for FM—Case Manchester Town Hall complex. In: **Computing in Civil and Building Engineering (2014)**. 2014. p. 665-672.

KLEIN, Laura; LI, Nan; BECERIK-GERBER, Burcin. Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 21, p.161-171, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.05.023>.

KORPELA, Jenni et al. The challenges and potentials of utilizing building information modelling in facility management: the case of the Center for Properties and Facilities of the University of Helsinki. **Construction Management and Economics**, [s.l.], v. 33, n. 1, p.3-17, 2 jan. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2015.1016540>.

KREIDER, Ralph G. and MESSNER, John I. (2013). **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses**. Version 0.9, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. Disponível em: <<http://bim.psu.edu>>. Acesso em: 07 set. 2015

LANGSTON, Craig. Financial management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 164-176.

LIU, Rui; ISSA, Raja R.A.. Design for maintenance accessibility using BIM tools. **Facilities**, [s.l.], v. 32, n. 3/4, p.153-159, 25 fev. 2014. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/f-09-2011-0078>.

LIU, Rui; ISSA, Raja R. A.. Survey: Common Knowledge in BIM for Facility Maintenance. **J. Perform. Constr. Facil.**, [s.l.], p.040150331-040150338, 27 maio 2015. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)cf.1943-5509.0000778](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0000778).

LUCAS, Jason et al. Case Analysis to Identify Information Links between Facility Management and Healthcare Delivery Information in a Hospital Setting. **Journal of Architectural Engineering**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.134-145, jun. 2013. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)ae.1943-5568.0000111](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)ae.1943-5568.0000111).

LUCAS, Jason; BULBUL, Tanyel; THABET, Walid. A Pilot Model for a Proof of Concept Healthcare Facility Information Management Prototype. **Journal of Information Technology in Construction**, [s.l.], v. 18, p.76-96, mar. 2013a.

LUCAS, Jason; BULBUL, Tanyel; THABET, Walid. An object-oriented model to support healthcare facility information management. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 31, p.281-291, maio 2013b. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.12.014>.

MAKISHIMA, José Narumi de Queiroz. **Gestão de segurança do trabalho na construção civil**: a manutenção predial em uma indústria de alimentos. 2011. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MARAN, Marcos. **Manutenção baseada em condição aplicada a um sistema de ar condicionado como requisito para sustentabilidade de edifício de escritórios**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, São Paulo, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MAYO, Glenda; ISSA, R. R. A.. Nongeometric Building Information Needs Assessment for Facilities Management. **Journal of Management in Engineering**, [s.l.], p.040150541-0401505412, 30 dez. 2015. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000414](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000414).

MAYO, Glenda; GIEL, Brittany; ISSA, R. R. A.. BIM Use and Requirements Among Building Owners. **Computing in Civil Engineering**, [s.l.], p.349-356, 2012. American Society of Civil Engineers (ASCE).

McGRAW Hill Construction. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets:** How contractors around the world are driving innovations with Building Information Modelling. Bedford, 2014. Smart Market Report. Disponível em: <<https://synchroltd.com/newsletters/Business%20Value%20Of%20BIM%20In%20Global%20Markets%202014>>. Acesso em: 10 set. 2015.

McGREGOR, Wes; THEN, Danny Shiem-shin. **Facilities Management and the Business of Space.** Oxford: Butterworth-heinemann, 2003. 273 p.

MOTAMEDI, Ali et al. Role-based access to facilities lifecycle information on RFID tags. **Advanced Engineering Informatics**, [s.l.], v. 25, n. 3, p.559-568, ago. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2011.03.004>.

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

MOTAMEDI, Ali; SOLTANI, Mohammad Mostafa; HAMMAD, Amin. Localization of RFID-equipped assets during the operation phase of facilities. **Advanced Engineering Informatics**, [s.l.], v. 27, n. 4, p.566-579, out. 2013. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2013.07.001>

MUIR, Alison. Space management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management.** Burlington: Elsevier, 2003, p. 81-103.

NIBS – NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National Building Information Modeling Standard. Version 1 – Part1:** Overview, Principles, and Methodologies. Washington, 2007. Final Report. Disponível em: <[https://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1\\_p1.pdf](https://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1_p1.pdf)>. Acesso em: <05 set. 2015>

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **NIST GCR 04-867:** Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. Gaithersburg: U.s. Department Of Commerce, 2004. 99 p.

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **NISTIR 7259:** Capital Facilities Information Handover Guide, Part 1. Washington: U.S. Department of Commerce, 2006. 91 p.

OLATUNJI, Oluwole Alfred; AKANMU, Abiola. BIM-FM and consequential loss: how consequential can design models be?. **Built Environment Project and Asset Management**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.304-317, 6 jul. 2015. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/bepam-03-2014-0021>

OSELLO, Anna; MACII, Enrico. A BIM interoperable process for energy efficiency control in existing buildings. **International Journal of Design Sciences & Technology**, Paris, v. 19, n. 1, p.27-43, 2012.

PAS – PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION. **PAS 1192-2:2013**: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. England. BSI, 2013. 68 p.

PATACAS, Joao et al. BIM for facilities management: evaluating BIM standards in asset register creation and service life. **Journal of Information Technology in Construction**, [s.l.], v. 20, p.313-331, 2015.

PITTET, Perrine; CRUZ, Christophe; NICOLLE, Christophe. An ontology change management approach for facility management. **Computers in Industry**, [s.l.], v. 65, n. 9, p.1301-1315, dez. 2014. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2014.07.006>.

PLANON. **PLANON**. Disponível em: < <http://planonsoftware.com>>. Acesso em: 24 junho 2016.

PRICE, Ilfryn. Facility management as an emerging discipline. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Butterworth Heinemann, 2003, p. 30-48.

ROPER, Kathy O. Evolution and the Future of Facility Management. In: ROPER, Kathy O.; BORELLO, Lisa J. (Ed.). **International Facility Management**. Atlanta: John Wiley & Sons, 2014, p. 167-177.

SABOL, Louise. BIM Technology for FM. In: TEICHOLZ, Paul (Ed.). **BIM for Facility Managers**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

SANTOS, Jackson Freitas. **Ferramentas para gestão estratégica da engenharia de manutenção: uma aplicação prática do MASP**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2012. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

SEE et al. **An Integrated Process for Delivering IFC Based Data Exchange**. buildingSMART International and The BLIS Consortium, 2011. Disponível em: <[https://bips.dk/files/integrated\\_idm-mvd\\_processformats\\_14\\_0.pdf](https://bips.dk/files/integrated_idm-mvd_processformats_14_0.pdf)>. Acesso em: 17 julho 2017.

SMITH, Stuart. Defining facilities. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Butterworth Heinemann, 2003a, p. 11-29

SMITH, Stuart. Information management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003b, p. 104-127.

SMITH, Dana K.; TARDIF, Michael. **Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009.



SPRINGER, Timothy. Facility Management – An Introduction. In: TEICHOLZ, Eric (Ed.). **Facility Design and Management Handbook**. The McGraw-Hill Companies: Digital Engineering Library, 2004, p. 1.3-1.25

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

TANG, Pingbo et al. Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 19, n. 7, p.829-843, nov. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2010.06.007>.

TEICHOLZ, Eric. Overview and Current State of FM Technology. In: TEICHOLZ, Eric (Ed.). **Facility Design and Management Handbook**. The McGraw-Hill Companies: Digital Engineering Library, 2004, p. 23.1-23.17

TEICHOLZ, Paul (Ed.). **BIM for Facility Managers**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013a.

TEICHOLZ, Paul. Owner BIM for FM Guidelines. In: TEICHOLZ, Paul (Ed.). **BIM for Facility Managers**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013b.

THEN, Danny Shiem-Shin. Strategic management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 69-80.

TRIMBLE. **TRIMBLE**. Disponível em: < <http://www.trimble.com>>. Acesso em: 24 junho 2016.

UTIOME, E.; DROGEMULLER, R.; DOCHERTY, M. Enriching the "I" in Bim: A BIM-Specifications (Bimspecs) Approach. **Computing in Civil and Building Engineering**, [s.l.], p.97-104, 2014. American Society of Civil Engineers (ASCE).

VALENCE, Gerard de. Quality management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 268-278.

VANLANDE, Renaud; NICOLLE, Christophe; CRUZ, Christophe. IFC and building lifecycle management. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 18, n. 1, p.70-78, dez. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.05.001>.

WEBER, Adriana de Oliveira Santos. **Gestão da operação e manutenção de empreendimentos de habitação de interesse social**: estudo de caso no programa de arrendamento residencial. 2012. 307 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

WETZEL, Eric M.; THABET, Walid Y.. The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 60, p.12-24, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.09.004>.

WIGGINS, Jane M.. **Facilities Manager's Desk Reference**. Malaysia: Wiley-Blackwell, 2010.

WILKINSON, Suzanne; LEIFER, David. Human resource management. In: BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard de (Ed.). **Workplace Strategies and Facilities Management**. Burlington: Elsevier, 2003, p. 146-163.

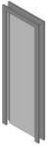






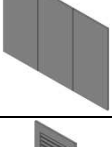

WILLIAMS, Graceline et al. BIM2MAR: An Efficient BIM Translation to Mobile Augmented Reality Applications. **Journal of Management in Engineering**, [s.l.], v. 31, n. 1, p.40140091-40140098, jan. 2015. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000315](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000315).

WU, Wei; ISSA, R. R. A.. BIM Execution Planning in Green Building Projects: LEED as a Use Case. **Journal of Management in Engineering**, [s.l.], v. 31, n. 1, p.A40140071-A4014007-18, 2014. American Society of Civil Engineers (ASCE).




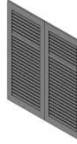






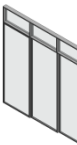
## **APÊNDICE A – Lista dos objetos de ativos do modelo BIM estudado**

Os Quadros 16 a 22 listam os objetos de ativos encontrados no modelo BIM estudado. A primeira, a segunda e a terceira coluna dos quadros são referentes, respectivamente, à categoria, à família e aos nomes dos objetos analisados. A quarta coluna apresenta uma imagem do objeto isolado. A quinta e a sexta coluna apresentam, respectivamente, o LOD o qual o ele se encontra e a quantidade encontrada no modelo.


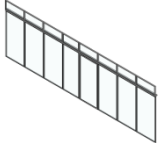





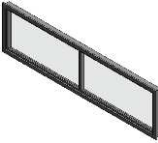
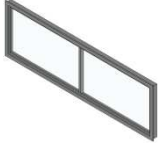

**Quadro 16 - Objetos de ativos da disciplina de arquitetura (continua...)**

Categoria	Família	Objeto	Imagem	LOD	Quantidade
Esquadria	Porta simples de abrir	PMA-01		300 / 400	493
Esquadria	Porta simples de abrir	PMA-02		300 / 400	6
Esquadria	Porta simples de abrir	PMA-03		300 / 400	1
Esquadria	Porta simples de abrir	PM1		300 / 400	490
Esquadria	Porta simples de abrir	PVZ-02		300 / 400	25
Esquadria	Porta simples de abrir	PVZ-03		300 / 400	2
Esquadria	Porta simples de abrir	PM3		300	44
Esquadria	Porta tripla de abrir	PM2		300	44
Esquadria	Porta simples - veneziana fixa	PVZ 02		300 / 400	28

Quadro 16 - Objetos de ativos da disciplina de arquitetura (continua...)

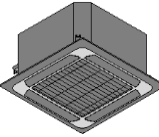

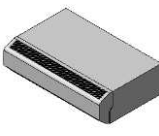


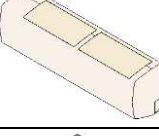
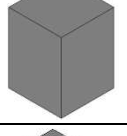
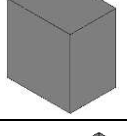
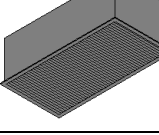
Categoria	Família	Objeto	Imagem	LOD	Quantidade
Esquadria	Porta simples - veneziana fixa	PVZ 03		300 / 400	40
Esquadria	Porta simples – veneziana fixa	PVZ 09		300 / 400	1
Esquadria	Porta dupla - veneziana fixa	PVZ 05		300 / 400	11
Esquadria	Porta dupla - veneziana fixa	PVZ 07		300 / 400	10
Esquadria	Porta dupla - veneziana Fixa	PTF 01		300	5
Esquadria	Porta tripla - veneziana fixa	PVZ 08		300 / 400	20
Esquadria	Porta Corta - Fogo	PCF		300	122
Esquadria	Porta Corta - Fogo	PCF01		300	20
Esquadria	Porta de correr dupla envidraçada	2.00x2.10		300	2
Esquadria	Porta dupla - vidro e alumínio	PAV 01		300	44
Esquadria	Porta tripla - vidro e alumínio	PAV 02		300	402

Quadro 16 - Objetos de ativos da disciplina de arquitetura (final)

Categoria	Família	Objeto	Imagem	LOD	Quantidade
Esquadria	Porta 7 folhas 90º - vidro e alumínio	PAV 05		300	44
Esquadria	Porta 8 folhas - vidro e alumínio	PAV 06		300	22
Esquadria	Janela simples - abrir	JAV 01		300	490
Esquadria	Janela simples - abrir	JAV 02		300	1
Esquadria	Janela simples - abrir	JAV 09		300	2
Esquadria	Janela dupla - correr	JAV 03		300	2
Esquadria	Janela dupla - correr	JAV 04		300	2
Esquadria	Janela dupla - correr	JAV 05		300	3
Esquadria	Janela dupla - correr	JAV 06		300	2
Esquadria	Janela dupla - correr	JAV 07		300	2

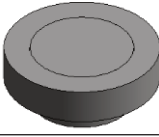
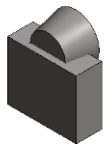
Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 17 - Objetos de ativos da disciplina de climatização

Categoria	Família	Imagem	Objeto	LOD	Quantidade
Equipamento de climatização	LG_VRF_Indoor_4-Way_18-24MBh_V1.1		Unidade evaporadora – modelo splitão – Cap. 55.000 Kcal/h 2	400	230
Equipamento de climatização	LG_VRF_Air Source_HP_208-230_Mini_V1.3		LG_VRF_Air Source_HP_208-230_Mini_V1.3	400	36
Equipamento de climatização	LG_VRF_Indoor_Wall Mount_18-24MBh_V1.9		LG_VRF_Indoor_Wall Mount_18-24MBh_V1.9	400	84
Equipamento de climatização	HVAC-Air-Conditioning_Chaffoteaux_Arianext_S_Ext-50		Arianext S Ext 50	400	24
Equipamento de climatização	AIR_Conditioner-Split_System_Outdoor-Carrier-Single_Split-180		RAV-SP 180AT2-UL	400	2
Equipamento de climatização	AIR_Conditioner-Split_System_Indoor-Carrier-Wall_Type		RAV-SP 180KRT-UL	400	2
Componente de climatização	Unidade evaporadora		Unidade evaporadora	300	22
Componente de climatização	Ventilador de Insuflamento		Standard	300	24
Terminal de ar	Difusor de suprimento - Grelha retangular com Plenum - Horizontal - Hospedado		Padrão	400	58

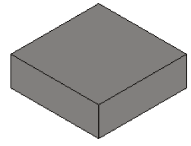
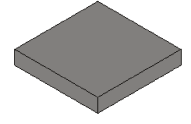

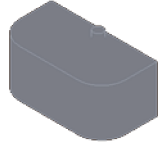

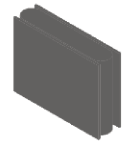

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 18 - Objetos de ativos da disciplina de detecção

Categoria	Família	Imagem	Objeto	LOD	Quantidade
Dispositivo de detecção	Detector de fumaça		Detector de fumaça	300	127
Dispositivo de detecção	Acionador e sirene digital		Acionador e sirene digital	300	8

Fonte: Elaborado pela autora




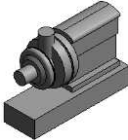
Quadro 19 - Objetos de ativos da disciplina de instalações elétricas

Categoria	Família	Imagem	Objeto	LOD	Quantidade
Equipamento elétrico	Luminária		Luminária quadrada embutida A	300	2
Equipamento elétrico	Luminária		Luminária quadrada embutida B	300	26
Equipamento elétrico	Luminária		Luminária fluorescente	300	996
Equipamento elétrico	Luminária de emergência		Luminária de emergência	300	119
Equipamento elétrico	Arandela para banheiro		Arandela para banheiro	300	6
Equipamento elétrico	Transformador		Transformador	300	6
Dispositivo elétrico	M_Wall Occupancy Sensor – Regular Voltage		Dual Technology – 120V	300	1155

Fonte: Elaborado pela autora




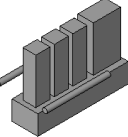
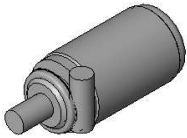


Quadro 20 - Objetos de ativos da disciplina de instalações das fontes

Categoria	Família	Imagem	Objeto	LOD	Quantidade
Equipamento de fontes	Filtro Tipo 1		Filtro Albacete	300	6
Equipamento de fontes	Filtro Tipo 2		Filtro Albacete 84Kg	300	9
Equipamento de fontes	Motobomba Tipo 1		M. Bomba Meka	300	6
Equipamento de fontes	Motobomba Tipo 2		M.Bomba Albacete	300	15



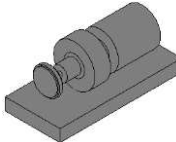
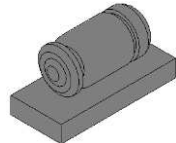
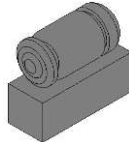
Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 21 - Objetos de ativos da disciplina de instalações hidráulicas

Categoria	Família	Imagem	Objeto	LOD	Quantidade
Acessório hidráulico	Hidrômetro		Hidrômetro 32mm	400	420
Acessório hidráulico	Hidrômetro		Hidrômetro 40mm	400	15
Acessório hidráulico	Hidrômetro		Hidrômetro 50mm	400	4
Equipamento hidráulico	Bomba de pressurização		Bomba de pressurização	300	2
Equipamento hidráulico	Bomba de recalque		Bomba de recalque	300	4

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 22 - Objetos de ativos da disciplina de instalações de combate ao incêndio

Categoria	Família	Imagem	Objeto	LOD	Quantidade
Equipamento contra incêndio	Hidrante		Tipo 02	400	91
Equipamento contra incêndio	V.R.P		Tipo 02	300	1
Equipamento contra incêndio	Bomba de incêndio		B.D.	300	1
Equipamento contra incêndio	Bomba de incêndio		B.E.	300	1
Equipamento contra incêndio	Bomba de incêndio		B.J.	300	1

Fonte: Elaborado pela autora

## **ANEXO A – Correlação entre os parâmetros do COBie e IFC**

O Quadro 23 exibe a relação completa entre as propriedades COBie e IFC, e faz parte da Matrix de Responsabilidade do COBie, Versão 17 (2013), divulgado pela *BuildingSmart*, cujo objetivo é identificar as informações necessárias e agentes responsáveis, durante o processo de projeto, visando o uso de COBie. A primeira coluna apresenta o agrupamento das propriedades, a segunda coluna, as propriedades COBie e, a terceira coluna, por sua vez, as propriedades IFC.

**Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (continua...)**

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Contact	Email	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Contact	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Contact	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Contact	Category	IfcActorRole.UserDefinedRole
Contact	Company	IfcOrganization.Name
Contact	Phone	IfcTelecomAddress.TelephoneNumbers
Contact	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Contact	ExtObject	PickList.objType = IfcPersonAndOrganization
Contact	ExtIdentifier	IfcPerson.Identification
Contact	Department	IfcPostalAddress.InternalLocation
Contact	OrganizationCode	IfcOrganization.Identification (Id in 2x3)
Contact	GivenName	IfcPerson.GivenName
Contact	FamilyName	IfcPerson.FamilyName
Contact	Street	IfcPostalAddress.AddressLines
Contact	PostalBox	IfcPostalAddress.PostalBox
Contact	Town	IfcPostalAddress.Town
Contact	StateRegion	IfcPostalAddress.Region
Contact	PostalCode	IfcPostalAddress.PostalCode
Contact	Country	IfcPostalAddress.Country
Facility	Name	IfcBuilding.Name
Facility	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Facility	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Facility	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
Facility	ProjectName	IfcProject.Name
Facility	SiteName	IfcSite.Name
Facility	LinearUnits	IfcUnitAssignment.Units
Facility	AreaUnits	IfcUnitAssignment.Units
Facility	VolumeUnits	IfcUnitAssignment.Units
Facility	CurrencyUnit	IfcMonetaryUnit.Currency
Facility	AreaMeasurement	IfcElementQuantity.MethodOfMeasurement
Facility	ExternalSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Facility	ExternalProjectObject	PickList.objType = IfcProject
Facility	ExternalProjectIdentifier	IfcProject.GlobalId
Facility	ExternalSiteObject	PickList.objType = IfcSite
Facility	ExternalSiteIdentifier	IfcSite.GlobalId
Facility	ExternalFacilityObject	PickList.objType = IfcBuilding

Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (continua...)

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Facility	ExternalFacilityIdentifier	IfcBuilding.GlobalId
Facility	Description	IfcBuilding.Description
Facility	ProjectDescription	IfcProject.Description
Facility	SiteDescription	IfcSite.Description
Facility	Phase	IfcProject.Phase
Floor	Name	IfcBuildingStorey.Name
Floor	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Floor	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Floor	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
Floor	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Floor	ExtObject	IfcBuildingStorey
Floor	ExtIdentifier	IfcBuildingStorey.GlobalId
Floor	Description	IfcBuildingStorey.Description
Floor	Elevation	IfcBuildingStorey.Elevation
Floor	Height	IfcQuantityLength.LengthValue
Space	Name	IfcSpace.Name
Space	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Space	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Space	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
Space	FloorName	IfcBuildingStorey.Name
Space	Description	IfcSpace.Description
Space	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Space	ExtObject	PickList.objType = IfcSpace
Space	ExtIdentifier	IfcSpace.GlobalId
Space	RoomTag	IfcPropertySingleValue.NominalValue (from "RoomTag" property of property set named "COBie_Space" )
Space	UsableHeight	IfcQuantityLength.LengthValue (from "FinishCeilingHeight" of qto_SpaceBaseQuantities)
Space	GrossArea	IfcQuantityArea.AreaValue (from "GrossFloorArea" of Qto_SpaceBaseQuantities)
Space	NetArea	IfcQuantityArea.AreaValue (from "NetFloorArea" of Qto_SpaceBaseQuantities)
Zone	Name	IfcZone.Name
Zone	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Zone	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Zone	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
Zone	SpaceNames	IfcSpace.Name
Zone	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Zone	ExtObject	PickList.objType = IfcZone
Zone	ExtIdentifier	IfcZone.GlobalId

Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (continua...)

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Zone	Description	IfcZone.Description
Type	Name	IfcTypeObject.Name
Type	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Type	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Type	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
Type	Description	IfcTypeObject.Description
Type	AssetType	IfcTypeObject Ifc Propertyset with name "COBie_Asset", IfcProperty with Name "AssetType" or Pset_Asset.AssetAccountingType of IfcAsset if the corresponding IfcTypeObject is assigned to an IfcAsset through IfcRelAssignsToGroup
Type	Manufacturer	IfcTypeObject IfcPropertySet with name "Pset_ManufacturerTypeInformation," IfcProperty with Name "Manufacturer"
Type	ModelNumber	IfcTypeObject IfcPropertySet with name "Pset_ManufacturerTypeInformation," IfcProperty with Name "ModelLabel"
Type	WarrantyGuarantorParts	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Warranty," IfcProperty with name "WarrantyGaurantorParts"
Type	WarrantyDurationParts	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Warranty," IfcProperty with name "WarrantyDurationParts"
Type	WarrantyGuarantorLabor	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Warranty," IfcProperty with name "WarrantyGaurantorLabor"
Type	WarrantyDurationLabor	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Warranty," IfcProperty with name "WarrantyDurationLabor"
Type	WarrantyDurationUnit	IfcConversionBasedUnit.Name - based on SIUnit 'SECONDS'
Type	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Type	ExtObject	Subclasses of IfcTypeObject (PickList.objType)
Type	ExtIdentifier	IfcTypeObject.GlobalId
Type	ReplacementCost	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_EconomicImpactValues," IfcProperty with name "ReplacementCost"
Type	ExpectedLife	For Ifc2x3tc1, IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_ServiceLife," IfcProperty with name "ServiceLifeDuration" or Pset_ServiceLife.ServiceLifeDuration in Ifc2x4 if corresponding type is a subclass of IfcElementType
Type	DurationUnit	IfcConversionBasedUnit.Name - based on SIUnit 'SECONDS'
Type	WarrantyDescription	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Warranty," IfcProperty with name "WarrantyDescription"

Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (continua...)

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Type	NominalLength	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "NominalLength"
Type	NominalWidth	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "NominalWidth"
Type	NominalHeight	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "NominalHeight"
Type	ModelReference	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "Pset_ManufacturerTypeInfoInformation," IfcProperty with name "ModelReference"
Type	Shape	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Shape"
Type	Size	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Size"
Type	Color	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Color" and/or "Colour"
Type	Finish	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Finish"
Type	Grade	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Grade"
Type	Material	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Material"
Type	Constituents	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Constituents"
Type	Features	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "Features"
Type	AccessibilityPerformance	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "AccessibilityPerformance"
Type	CodePerformance	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "CodePerformance"
Type	SustainabilityPerformance	IfcTypeObject IfcPropertySet with Name "COBie_Specification," IfcProperty with name "SustainabilityPerformance"
Component	Name	IfcProduct.name
Component	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Component	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Component	TypeName	IfcTypeObject.Name
Component	Space	IfcSpace.Name
Component	Description	IfcProduct.Description
Component	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName

Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (continua...)

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Component	ExtObject	Subclasses of IfcProduct (PickList.objType)
Component	ExtIdentifier	IfcProduct.GlobalId
Component	SerialNumber	IfcPropertySet with Name "Pset_ManufacturerOccurence," IfcProperty with name "SerialNumber"
Component	InstallationDate	IfcPropertySet with Name "COBie_Component," IfcProperty with name "InstallationDate"
Component	WarrantyStartDate	IfcPropertySet with Name "COBie_Component," IfcProperty with name "WarrantyStartDate"
Component	TagNumber	IfcPropertySet with Name "COBie_Component," IfcProperty with name "TagNumber"
Component	BarCode	IfcPropertySet with Name "Pset_ManufacturerOccurence," IfcProperty with name "BarCode"
Component	AssetIdentifier	IfcPropertySet with Name "COBie_Component," IfcProperty with name "AssetIdentifier"
System	Name	IfcSystem.Name
System	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
System	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
System	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
System	ComponentNames	IfcProduct.Name
System	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
System	ExtObject	IfcSystem and subclasses (PickList.objType)
System	ExtIdentifier	IfcGloballyUniqueId
System	Description	IfcSystem.Description
Assembly	Name	IfcRelAggregates.Name
Assembly	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Assembly	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Assembly	SheetName	PickList.sheetType
Assembly	ParentName	IfcProduct.Name or IfcTypeObject.Name
Assembly	ChildNames	IfcProduct.Name or IfcTypeObject.Name
Assembly	AssemblyType	hardcoded as "Fixed" mapping to IFC is (-)
Assembly	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Assembly	ExtObject	IfcProduct or IfcTypeObject subclasses (PickList.objType)
Assembly	ExtIdentifier	IfcRelAggregates.GlobalId
Assembly	Description	IfcRelAggregates.Description
Connection	Name	IfcRelConnectsElements.Name
Connection	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Connection	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Connection	ConnectionType	IfcRelConnectsElements.Description
Connection	SheetName	PickList.sheetType (Type or Component)
Connection	RowName1	IfcProduct.name
Connection	RowName2	IfcProduct.name
Connection	RealizingElement	IfcConnectsPorts.RealizingElement.Name
Connection	PortName1	IfcRelConnectsPorts.RelatingPort
Connection	PortName2	IfcRelConnectsPorts.RelatedPort
Connection	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName



Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (continua...)

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Connection	ExtObject	IfcRelConnectsElements.GlobalId
Connection	ExtIdentifier	PickList.objType
Connection	Description	IfcRelConnectsElements.Description
Spare	Name	IfcConstructionProductResource.Name
Spare	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Spare	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Spare	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
Spare	TypeName	IfcTypeObject.Name
Spare	Suppliers	IfcPropertySet with Name "COBie_Spare," IfcProperty with name "Suppliers"
Spare	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Spare	ExtObject	PickList.objType
Spare	ExtIdentifier	IfcGloballyUniqueId
Spare	Description	IfcConstructionProductResource.Description
Spare	SetNumber	IfcPropertySet with Name "COBie_Spare," IfcProperty with name "SetNumber"
Spare	PartNumber	IfcPropertySet with Name "COBie_Spare," IfcProperty with name "PartNumber"
Resource	Name	IfcConstructionEquipmentResource.Name
Resource	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Resource	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Resource	Category	IfcConstructionEquipmentResource.ObjectType
Resource	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Resource	ExtObject	PickList.objType (IfcConstructionEquipmentResource)
Resource	ExtIdentifier	IfcConstructionEquipmentResource.GlobalId
Resource	Description	IfcConstructionEquipmentResource.Description
Job	Name	IfcTask.Name
Job	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Job	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Job	Category	IfcTask.ObjectType
Job	Status	IfcTask.Status
Job	TypeName	IfcTypeObject.Name
Job	Description	IfcTask.Description
Job	Duration	IfcTaskTime.ScheduledDuration
Job	DurationUnit	IfcConversionBasedUnit.Name
Job	Start	IfcTaskTime.ScheduleStart
Job	TaskStartUnit	IfcConversionBasedUnit.Name (IfcSIUnit.Name.Second for seconds)
Job	Frequency	IfcRecurrencePattern.Occurrences
Job	FrequencyUnit	IfcConversionBasedUnit.Name (IfcSIUnit.Name.Second for seconds)
Job	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Job	ExtObject	PickList.objType (IfcTask)
Job	ExtIdentifier	IfcTask.GlobalId
Job	TaskNumber	IfcTask.Identification
Job	Priors	IfcTask.Name
Job	ResourceNames	IfcConstructionEquipmentResource.Name

Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (continua...)

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Impact	Name	IfcProperty.Name
Impact	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Impact	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Impact	ImpactType	PickList.ImpactType
Impact	ImpactStage	PickList.ImpactStage
Impact	SheetName	PickList.sheetType
Impact	RowName	-
Impact	Value	IfcPropertySingleValue.NominalValue
Impact	ImpactUnit	IfcPropertySingleValue.Unit (Prefix + Name)
Impact	LeadInTime	IfcPropertySingleValue.NominalValue
Impact	Duration	IfcPropertySingleValue.NominalValue
Impact	LeadOutTime	IfcPropertySingleValue.NominalValue
Impact	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Impact	ExtObject	PickList.objType
Impact	ExtIdentifier	IfcPropertySet.GlobalId
Impact	Description	IfcProperty.Description
Document	Name	IfcDocumentInformation.Name
Document	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Document	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Document	Category	IfcClassification.Name
Document	ApprovalBy	IfcDocumentInformation.IntendedUse
Document	Stage	IfcDocumentInformation.Scope
Document	SheetName	-
Document	RowName	-
Document	Directory	IfcDocumentInformation.Location (IfcDocumentReference.Location in 2x3)
Document	File	IfcDocumentInformation.Identification (IfcDocumentReference.Name in 2x3)
Document	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Document	ExtObject	PickList.objType (type of the attached entity)
Document	ExtIdentifier	IfcDocumentInformation.DocumentId
Document	Description	IfcDocumentInformation.Description
Document	Reference	IfcDocumentInformation.Name
Attribute	Name	IfcProperty.Name
Attribute	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Attribute	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Attribute	Category	IfcClassificationReference.Identification + ":" + IfcClassificationReference.Name (IfcClassificationReference.ItemReference + ":" + IfcClassificationReference.Name in 2x3)
Attribute	SheetName	-
Attribute	RowName	-
Attribute	Value	IfcPropertySingleValue.NominalValue
Attribute	Unit	IfcPropertySingleValue.Unit (Prefix + Name)
Attribute	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Attribute	ExtObject	PickList.objType
Attribute	ExtIdentifier	IfcPropertySet.Name or IfcObject.GlobalId
Attribute	Description	IfcProperty.Description
Attribute	AllowedValues	IfcPropertyEnumeration.EnumerationValues
Coordinate	Name	IfcBuildingStorey.Name, IfcSpace.Name, or IfcProduct.Name

Quadro 23 - Relação completa entre as propriedades COBie e IFC (final)

CATEGORIA	PROPRIEDADES COBie	PROPRIEDADES IFC
Coordinate	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Coordinate	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Coordinate	Category	-
Coordinate	SheetName	PickList.sheetType
Coordinate	RowName	-
Coordinate	CoordinateXAxis	IfcCartesianPoint.Coordinates[0]
Coordinate	CoordinateYAxis	IfcCartesianPoint.Coordinates[1]
Coordinate	CoordinateZAxis	IfcCartesianPoint.Coordinates[2]
Coordinate	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Coordinate	ExtObject	IfcBuildingStorey.GlobalId, IfcSpace.GlobalId, or IfcProduct.GlobalId
Coordinate	ExtIdentifier	PickList.objType
Coordinate	ClockwiseRotation	not currently mapped
Coordinate	ElevationalRotation	not currently mapped
Coordinate	YawRotation	not currently mapped
Issue	Name	IfcApproval.Name
Issue	CreatedBy	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Issue	CreatedOn	IfcOwnerHistory.CreationDate
Issue	Type	Pset_Risk.RiskType (IfcPropertyEnumeratedValue, IfcLabel)
Issue	Risk	Pset_Risk.RiskRating (IfcPropertyEnumeratedValue, IfcLabel)
Issue	Chance	Pset_Risk.AssessmentOfRisk (IfcPropertyEnumeratedValue, IfcLabel)
Issue	Impact	Pset_Risk.RiskConsequence (IfcPropertyEnumeratedValue, IfcLabel)
Issue	SheetName1	PickList.sheetType
Issue	RowName1	-
Issue	SheetName2	PickList.sheetType
Issue	RowName2	-
Issue	Description	IfcApproval.Description
Issue	Owner	IfcTelecomAddress.ElectronicMailAddresses
Issue	Mitigation	Pset_Risk.PreventiveMeasures
Issue	ExtSystem	IfcApplication.ApplicationFullName
Issue	ExtObject	PickList.objType
Issue	ExtIdentifier	IfcApproval.GlobalId
PickLists	Category-Facility	IfcClassificationReference.Location
PickLists	Category-Space	IfcClassificationReference.Location
PickLists	Category-Element	IfcClassificationReference.Location
PickLists	Category-Product	IfcClassificationReference.Location
PickLists	Category-Role	IfcClassificationReference.Location

Fonte: Adaptado de Buildingsmart Alliance (2013)