



1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção

8 a 10 de novembro de 2017 - Fortaleza - Ceará - Brasil

CARACTERIZAÇÃO DE MODELOS BIM COM FOCO EM GESTÃO DE ATIVOS

MOTA, Paula (1); RUSCHEL, Regina (2)

(1) Mestranda, UNICAMP, (85) 99945.8672, e-mail: paula.mota@sipro.eng.br (2) Doutora, UNICAMP, e-mail: ruschel@fec.unicamp.br

RESUMO

Em relação às fases de uso, operação e manutenção, o uso do de *Building Information Modeling* (BIM) visando gerenciamento de *facilities* encontra-se em estágio de evolução. Dentre os principais tipos de gerenciamento de *facilities* identificados, destaca-se a gestão de ativos, pois seu enfoque acadêmico visando o BIM encontra-se em ampla discussão. A gestão de ativos contempla a administração de máquinas e equipamentos, através de registros que discriminam informações relativas a uma ampla gama de especificações, controles e requisitos. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é caracterizar as transformações necessárias na evolução do modelo BIM para uso em gerenciamento de *facilities*, em relação às propriedades e às informações associadas aos objetos do modelo. Os procedimentos adotados seguiram o delineamento do método estruturalista, e possibilitaram: (i) a classificação dos registros necessários para gerir ativos; (ii) a identificação de objetos associados aos registros de ativos, em um modelo BIM; e (iii) a caracterização do modelo de acordo com as propriedades e entradas de informações visando a gestão de ativos. Como contribuições, apresenta-se a análise comparativa entre os registros de ativos identificados com as informações inseridas nos objetos do modelo, e a transformação que precisará ocorrer no modelo BIM analisado para ser utilizado na gestão de ativos. Compreende-se que é possível preencher a lacuna de conhecimento entre os requisitos da gestão de ativos e o que o modelo BIM demanda de informações para otimizar o fluxo de integração com a ferramenta de gerenciamento de *facilities*. Esta pesquisa faz parte de uma dissertação de mestrado.

Palavras-chave: BIM, Gerenciamento de *facilities*, Gestão de ativos.

ABSTRACT

Regarding the use, operation and maintenance phases, Building Information Modeling (BIM) uses aiming Facility Management (FM) remain at a stage of evolution. Among the main FM types identified, the assets management stand out, since the academic approach to BIM is in a wide discussion. Assets management includes machines administration and equipment through properties that discriminate information relating to a wide range of specifications, controls and requirements. In this sense, the objective of this study is to characterize the transformations required in the BIM model evolution for use in facilities management, in relation to the properties and information associated with the model objects. The procedures adopted followed the structuralist method outline and enabled: (i) the necessary records classification to manage assets; (ii) the objects identification associated with asset records, in a BIM model; and (iii) the model characterization according to the properties and information inputs aiming at asset management. As contributions, we present the comparative analysis between the asset records identified with the information inserted in the model objects, and the transformation that will need to occur in the BIM model analyzed to be used in asset management. The authors believe that is possible to fill the knowledge gap between asset management requirements and the BIM model requires information to optimize the integration flow with the facilities management tool. This research is part of a master's thesis.

Keywords: BIM, Facility Management, Asset Management.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) tem sido influenciada por rápidas transformações tecnológicas, dentre as quais a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) é a mais recorrente (EASTMAN et al., 2008). Seus desdobramentos facilitam o gerenciamento de dados e, conseqüentemente, acarretam em projetos com melhor qualidade e em uma gestão da edificação mais confiável. Atualmente, a implantação de BIM no âmbito acadêmico, se concentra, principalmente, nas fases de projeto e construção do ciclo de vida da edificação. No que se refere às fases de operação e manutenção, a implantação do BIM encontra-se em constante evolução (TEICHOLZ, 2013; DETTWILER, 2012), com crescimento de interesse, entre os pesquisadores, nos últimos dois anos (SANTOS; COSTA; GRILO, 2017). Segundo Kiviniemi e Codinhoto (2014), o BIM auxilia no gerenciamento da edificação com a melhoria do desempenho das edificações a partir de um gerenciamento mais eficiente. Diante disso, esta pesquisa possui o objetivo de caracterizar as transformações necessárias na evolução do modelo BIM para uso em gerenciamento de *facilities*, visando gestão de ativos, em relação às propriedades e às informações associadas aos objetos do modelo.

De acordo com a *European Committee for Standardisation* (CEN) EN 15221-1, o gerenciamento de *facilities* é a “integração de processos, dentro de uma edificação, para manter e desenvolver serviços que apoiam e melhoram a eficácia de suas atividades primárias”. Dentre os diversos tipos de gerenciamento de *facilities*, a gestão de ativos será a gestão abordada nesta pesquisa, pois seu enfoque acadêmico visando a incorporação do BIM encontra-se em ampla discussão, como encontrado em Mota e Ruschel (2016), Alwan e Gledson (2015), Kassem et al. (2015), Motamedi, Soltani e Hammad (2013), Olatunji e Akanmu (2015) e Patacas et al. (2015).

Os ativos são as máquinas, os equipamentos e os acessórios da edificação, gerenciados através de registros. Na terminologia do BIM, as máquinas, os equipamentos e os acessórios da edificação equivalem aos objetos do modelo BIM. Já os registros, equivalem às propriedades desses objetos. Segundo a norma britânica BS 8210:2012 – *Guide to facilities maintenance management*, os principais registros dos ativos (propriedades dos objetos) são: número de identificação, localização, expectativa de vida útil, discriminação, identificação de riscos, modelo, fabricante, data da fabricação, distribuidor, data da aquisição, data de instalação, custo inicial, peças sobressalentes, consumo de energia, ciclo de substituição, necessidade de acesso, depreciação acumulada, valor após depreciação, manutenção requisitada, custo de manutenção e capacitação de trabalho. Esses registros auxiliam no acompanhamento da gestão de ativos a partir de aspectos estratégicos, como decisão de compra ou locação, considerações de segurança e layout do local (BEST; LANGSTON; VALENCE, 2003; DEVINE, 2003).

Contudo, esses registros apresentam falta de confiabilidade no armazenamento e no processo de conversão do papel ao computador. A partir dessa necessidade de fornecer uma abordagem mais confiável à gestão de ativos, surgiram soluções integradas com um único banco de dados de informações (DEVINE, 2003). Entre as soluções integradas, estão as ferramentas BIM nas quais as informações são vinculadas aos objetos do modelo. 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; LANGSTON; VALENCE, 2003).

Segundo NIBS (2007), BIM pode ser definido como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, usada para compartilhar

informações durante o ciclo de vida da edificação. As informações requeridas e necessárias dependem das fases do ciclo de vida da edificação. Na fase de concepção do projeto, por exemplo, a necessidade de informações gráficas é elevada e a quantidade de informações não-gráficas é escassa. Essa demanda é fundamentada na necessidade de visualizar formas, espaços e objetos, durante a concepção. Com o decorrer do processo, são inseridas informações adicionais sobre os materiais, os ambientes e os equipamentos, para auxiliar na execução da obra. Para a fase de construção, informações mais detalhadas são necessárias, como data de aquisição, coordenação e processos construtivos. Finalmente, após a construção, a instalação e os testes dos sistemas e equipamentos, outras informações podem ser inseridas no modelo BIM e disponibilizadas nos sistemas de gerenciamento (TEICHOLZ, 2013).

Considerando as fases de concepção, construção e operação do ciclo de vida da edificação, Becerik-Gerber et al. (2012) descrevem o conjunto de propriedades que deve ser inserido no modelo BIM, em relação à fase do ciclo de vida, aos agentes responsáveis e à descrição das informações, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição do conjunto de propriedades

Conjunto de propriedades	Fases do ciclo de vida	Agentes responsáveis	Descrição
Informações de identificação	Concepção	Projetistas e proprietários	Normalmente segue padrões de nomenclatura da empresa.
Informações de zoneamento	Concepção	Projetistas, subcontratados e proprietários	Referente ao detalhamento dos objetos inseridos na fase anterior, seguindo as convenções dos fabricantes e da empresa.
Informações de tipos	Concepção	Projetistas	Referente ao aperfeiçoamento e finalização das especificações dos ambientes, equipamentos e materiais do modelo.
Informações de fabricação	Construção	Projetistas e subcontratados	Inclui informações como modelo, número de série, data de aquisição e validade, fornecedor e garantia.
Informações de especificações	Operação	Projetistas, subcontratados e proprietários	Está relacionada às condições de funcionamento e atividades, desde a instalação até a operação e a manutenção.
Informações de operação	Operação	Proprietários	Inclui, entre outros dados, status de atividades, de manutenção, históricos e reposições de componentes.

Fonte: as autoras

O desenvolvimento desse conjunto de propriedades e informações associadas às fases do ciclo de vida da edificação, é realizado em conjunto com a evolução do modelo BIM em termos de Nível de Desenvolvimento (*Level of Development – LOD*). Segundo AIA (2013) LOD é o nível de plenitude das propriedades gráficas e não-gráficas dos objetos que compõem o modelo BIM. Existem cinco níveis progressivos de LOD, do 100 ao 500, e cada nível subsequente baseia-se no nível anterior acrescido de propriedades e informações, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Descrição dos LODs

LOD 100
<ul style="list-style-type: none"> • Indicativo de área, altura, volume, localização e orientação. • Podendo ser representados por um modelo 3D ou em forma de dados.
LOD 200
<ul style="list-style-type: none"> • Objetos modelados como sistemas ou conjuntos, em termos gerais de quantidades aproximadas, de tamanho, de forma, de localização e de orientação.
LOD 300
<ul style="list-style-type: none"> • Objetos modelados como conjuntos específicos precisos. • Modelo adequado para a geração de documentos de construção.
LOD 400
<ul style="list-style-type: none"> • Objetos modelados como conjuntos específicos, com dados de fabricação e montagem. • Os Objetos são representações do projeto proposto e adequados para a construção.
LOD 500
<ul style="list-style-type: none"> • Objetos modelados como conjuntos reais e precisos em termos de tamanho, de forma, de localização, de quantidade e de orientação.

Fonte: AIA (2013)

Dessa forma, os benefícios do BIM no gerenciamento de facilities não são somente relacionados à redução do custo durante a fase de operação, mas também ao ganho na qualidade do retorno ao usuário final da edificação, já que as informações que são transmitidas da fase de concepção do projeto e construção para a fase de operação devem otimizar a criação de listas de equipamentos, alimentar um sistema de gerenciamento e reduzir as solicitações de dados durante uma manutenção (GSA, 2011).

2 METODOLOGIA

Para atender ao objetivo desta pesquisa, adotou-se o método estruturalista que a partir de um fenômeno concreto, desenvolve um modelo representativo abstrato, atribuindo ao concreto uma realidade estruturada e relacionada à experiência em questão (MARCONI; LAKATOS, 2010). Desta forma, esse método é aplicado nesta pesquisa para: (i) classificar os registros (propriedades dos objetos) necessários para gerir ativos; (ii) identificar (filtrar e agrupar), no modelo BIM, os objetos associados aos registros de ativos; e (iii) caracterizar o modelo BIM de acordo com as propriedades e as entradas de informações, para a finalidade de gestão de ativos. Essa caracterização permite identificar as transformações das propriedades ou informações nulas, ou seja, não encontradas.

Dessa forma, são avaliados os tipos de transformação (total, parcial ou inexistente) que devem ocorrer no conjunto de propriedades e informações associadas a cada objeto do modelo necessário para a gestão de ativos. A Transformação Total significa que a composição do modelo e todas as informações contidas nas propriedades dos objetos irão requerer inserção para a gestão de ativos. A Transformação Parcial significa que apenas parte das propriedades dos objetos ou das informações deverá ser inserida no modelo BIM para a gestão de ativos. E finalmente, a Transformação Inexistente, significa que nenhuma propriedade ou informação nova deverá ser inserida no modelo BIM, pois este já possuirá todos os objetos com propriedades e informações necessárias para a gestão de ativos.

3 RESULTADOS

3.1 Classificação dos registros de ativos

Os registros de ativos, relacionados em BS 8210:2012, foram assim classificados e relacionados na Tabela 1:

- 1ª Classificação - resultou no agrupamento dos registros de ativos em relação ao conjunto de propriedades, segundo Becerik-Gerber et al. (2012) – identificação, zoneamento, tipos, fabricação, especificações e operação;
- 2ª Classificação - relativa à fase do ciclo de vida da edificação em que a informação é incorporada à propriedade – concepção, construção e operação;
- 3ª Classificação - relativa ao agente responsável pela obtenção inserção das 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 a informação não depende de um fator externo ou temporal para ser associada à propriedade, como por exemplo, o número de identificação. Já a informação inerente ao processo, significa que a informação associada à propriedade depende de algum fator decorrido, como por exemplo, a data de aquisição.

Tabela 1 – Requisitos de registro de ativos x Classificação das informações

Registros (propriedades)	1ª - Conjunto de propriedades	2ª – Fase do ciclo			3ª - Responsável			4ª – Caract.	
		Concepção	Construção	Operação	Projetistas	Subcontratados	Proprietários	Inerente ao objeto	Inerente ao processo
Número de identificação	Identificação	1	0	0	1	0	1	1	0
Localização	Zoneamento	1	0	0	1	1	1	1	0
Expectativa de vida útil	Tipo	1	0	0	1	0	0	1	0
Discriminação		1	0	0	1	0	0	1	0
Identificação de riscos		1	0	0	1	0	0	1	0
Modelo	Fabricação	0	1	0	1	1	1	1	0
Fabricante		0	1	0	1	1	1	1	0
Data de fabricação		0	1	0	1	1	1	1	0
Distribuidor		0	1	0	1	1	1	1	0
Data da aquisição		0	1	0	1	1	1	1	0
Data de instalação		0	1	0	1	1	1	1	0
Custo inicial	Especificação	0	1	0	1	1	1	1	0
Peças sobressalentes		0	0	1	0	0	0	0	1
Consumo de energia		0	0	1	0	0	0	0	1
Ciclo de substituição	Operação	0	0	1	0	0	0	0	1
Necessidade de acesso		0	0	1	0	0	1	0	1
Depreciação acumulada		0	0	1	0	0	1	0	1
Valor após depreciação		0	0	1	0	0	1	0	1
Manutenção requisitada		0	0	1	0	0	1	0	1
Custo de manutenção		0	0	1	0	0	1	0	1
Capacitação de trabalho		0	0	1	0	0	1	0	1
Total em %		24%	33%	43%	57%	38%	71%	57%	43%

Fonte: as autoras

Para preenchimento da Tabela 1, foram atribuídos os valores 0 e 1, dependendo da correlação de cada registro com os fatores de classificação analisados. Na primeira e na segunda coluna estão apresentados, respectivamente, os registros de ativos e o agrupamento realizado na 1ª Classificação. Já as colunas seguintes apresentam a 2ª Classificação (referente à fase do ciclo de vida da edificação), a 3ª Classificação (referente ao agente responsável) e a 4ª Classificação (referente à característica da informação).

Constata-se, diante da análise da Tabela 1, que para o conjunto de propriedades relativo à gestão de ativos incorporando BIM:

- a. a fase que requer maior inserção de informações é na fase de operação (43%), seguida pela fase de construção (33%) e concepção (24%).
- b. todos os agentes estão envolvidos, sendo os proprietários os mais requisitados (71%), seguido pelos projetistas (68%) e subcontratados (41%);
- c. É quase equilibrada a percentagem dos registros possuem características inerentes ao objeto (57%), portanto independentes de um fator externo, com relação aos registros que possuem características dependentes de processos (43%), isto é, que dependem de algum fator ocorrido.

Além disso, foi possível concluir que dentre os possíveis tipos de transformação (total, parcial ou inexistente), sobre o conjunto de propriedades e informações associadas a cada objeto do modelo BIM necessário para a gestão de ativos, a transformação do tipo inexistente é irreal já que a inserção de novas informações ocorre também na fase de operação. Dessa forma, o cenário ideal é a busca para minimizar a necessidade de inclusão de novas propriedades, nos objetos do modelo BIM.

3.2 Análise do modelo BIM

O modelo BIM utilizado para análise neste estudo é relativo à uma edificação com 21 pavimentos de salas comerciais. A edificação encontra-se atualmente na fase de construção, com previsão de término em dezembro de 2018. A escolha deste modelo é justificada devido à empresa responsável pelo empreendimento ter a intenção de uso para gestão de ativos.

O processo de modelagem, que se iniciou na fase de concepção de projeto, passou por três etapas distintas, cada qual com usos específicos do modelo, detalhadas a seguir. Este processo envolveu projetistas, construtores, subcontratados e proprietários. Na primeira etapa de modelagem, ainda na fase de concepção do projeto, o uso inicial do modelo visava compatibilização entre disciplinas, detecção de interferências e extração de quantitativos. A segunda etapa de modelagem marcou a evolução do modelo visando o uso de acompanhamento da construção, detalhamento de processos executivos e simulação da construção. Na terceira etapa de modelagem, momento atual, o uso do modelo é a obtenção do as-built e o suporte visando à gestão de ativos na fase de uso e operação.

Todas as disciplinas e objetos foram modelados na ferramenta de autoria Autodesk Revit 2016. Entre as 18 disciplinas modeladas, somente 7 possuem ativos identificados: arquitetura, climatização, detecção de fumaça, instalação elétrica, fontes, instalação hidráulica e instalação de combate a incêndio. Para cada uma destas disciplinas, identificou-se quais os objetos do modelo têm relação com a gestão de ativos, ou seja, quais objetos são considerados máquinas e equipamentos da edificação. Em relação aos objetos considerados ativos, a identificação deu-se a partir de três critérios: (i) objetos considerados ativos pelo conceito de Best, Lanston e Valence (2003), ou seja, as

máquinas, os equipamentos e os acessórios da edificação; (ii) objetos que demandam manutenção preventiva e corretiva; (iii) objetos que possuem valor de depreciação. A Tabela 2 apresenta os objetos do modelo, considerados ativos, agrupados por categorias semelhantes. Além disso, a partir da geração de tabelas automáticas na ferramenta, foi possível extrair informações do modelo BIM. As tabelas subsidiaram a identificação de todos os objetos do modelo e a filtragem daqueles considerados ativos.

Vale ressaltar que o LOD identificado em cada modelo é vinculado aos objetos, isto é, o que dita em qual LOD está o modelo são os objetos que o compõem. Assim, um modelo poderá ter diversos LODs, dependendo do uso. Além disso, segundo AIA (2013) apenas o LOD 500 garante que o modelo possa ser utilizado durante a fase de uso e operação da edificação, sendo possível alterar e acrescentar informações e/ou propriedades de acordo com a demanda.

Tabela 2 – Análise dos objetos

Disciplinas	Categoria	Quantidade	LOD
Arquitetura	Esquadrias	30	300 / 400
Climatização	Equipamentos	6	400
	Máquinas	2	400
	Terminais	1	400
Detecção de fumaça	Dispositivos	2	400
Instalação elétrica	Equipamentos	5	400
	Dispositivos	1	400
Instalação de fontes	Equipamentos	4	300 / 400
Instalação hidráulica	Acessórios	1	400
	Equipamentos	3	400
Instalação de combate contra incêndio	Equipamentos	5	400

Fonte: as autoras

Verifica-se, diante da análise da Tabela 2, que: (i) a maioria das categorias de objetos possuem LOD 400, pois os objetos das disciplinas são representações virtuais do projeto proposto e são adequados para a construção; e (ii) duas categorias apresentam LODs 300 e 400, caracterizando a existência de objetos no LOD 300 e os demais no LOD 400, no mesmo modelo.

Diante do apresentado, constata-se que o modelo em análise não se encontra adequado para utilização na gestão de ativos. Entre as 7 disciplinas analisadas, nenhuma possui modelos BIM no LOD 500, cenário que implica na ausência de informações e/ou propriedades necessárias para esta gestão específica. Logo, na Seção 3.3 explana-se a análise do modelo BIM, no sentido de prepará-lo para abarcar objetos no LOD 500.

3.3 Caracterização do modelo BIM

A seguir será apresentada, na Tabela 3, a análise do modelo BIM, considerando a completude das informações e propriedades nas categorias de objetos apresentadas na Tabela 2 segundo os registros da Tabela 1.

O preenchimento da Tabela 3 fundamentou-se diante da classificação de propriedades e informações existentes nos objetos do modelo, realizada no momento de análise das tabelas geradas. O valor 1 atribui-se à existência da propriedade e da informação, o valor 0 atribui-se à existência da propriedade sem informação e o valor -1 atribui-se à inexistência da propriedade e da informação.

Ademais, 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 providos de biblioteca de componentes desenvolvidas pelos próprios fornecedores. Os demais objetos foram modelados de acordo com as informações existentes nos projetos executivos disponibilizados.

Tabela 3 – Relação entre os registros de ativos e as categorias dos objetos

Objetos de ativos Registros (propriedades) de Ativos	Esquadrias	Equip. de climatização	Máq. de climatização	Terminais de ar	Dispositivos de detecção	Equipamentos elétrico	Dispositivo elétrico	Equipamentos de fontes	Accessórios 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 perigosos	0	-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	-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	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Peças sobressalentes	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Consumo de energia	0	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	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Custo de manutenção	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Capacitação de trabalho	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
% Propriedades preenchidas (1)	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	9%
% Propriedades não preenchidas (0)	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22%
% Propriedades inexistentes (-1)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	69%

Fonte: as autoras

A partir da análise da Tabela 3, verifica-se que: (i) a maioria das propriedades são inexistentes (69%) – seguido das propriedades não preenchidas (22%) e das propriedades preenchidas (9%) –, o que indica a necessidade de haver a inserção de novas propriedades para atender aos registros necessários; e (ii) os objetos providos pelos fornecedores possuíam mais propriedades preenchidas que os demais objetos modelados a partir dos projetos executivos, pois as informações encontravam-se inseridas nos objetos.

Relacionando a Tabela 1 (Modelo Representativo) com a Tabela 3 (Modelo Estudado), é possível constatar que para o modelo BIM estudado: (i) a fase que requer maior esforço de inserção de informações é a fase de operação - verificado através dos registros Necessidade de acesso, Depreciação acumulada, Valor após depreciação, Manutenção requisitada, Custo de manutenção e Capacitação de trabalho; (ii) os proprietários são os agentes com maior esforço para fornecer as informações - verificado através dos registros Número de identificação, Localização, Modelo, Fabricante, Data da fabricação, Distribuidor ou vendedor, Data da aquisição, Data de instalação, Custo inicial, Necessidade de acesso, Depreciação acumulada, Valor após depreciação, Manutenção requisitada, Custo de manutenção, Capacitação de trabalho; e (iii) o esforço de inserção

de informações inerentes ao processo será maior que o de inserção de informações inerentes ao objeto - verificado pelos registros Peças sobressalentes, Consumo de energia, Ciclo de substituição, Necessidade de acesso, Depreciação acumulada, Valor após depreciação, Manutenção requisitada, Custo de manutenção, Capacitação de trabalho.

Finalmente, avaliando-se o quão preparado estaria o modelo BIM estudado, para o uso de gestão de ativos, constata-se que será preciso realizar uma transformação parcial. Esta transformação parcial envolve o esforço de não somente o preenchimento de propriedades, mas também a criação de propriedades a partir da edição das famílias dos objetos de ativos, para que estes atinjam o LOD 500.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizada, na presente pesquisa, a caracterização das transformações necessárias na evolução do modelo BIM, visando a gestão de ativos, em relação às propriedades e às informações associadas aos objetos do modelo. A partir do método estruturalista, foi possível associar cada registro necessário para a gestão de ativos com os conjuntos de propriedades – identificação, zoneamento, tipo, fabricação, especificação e operação – e as classificações das informações – fase do ciclo de vida, agente responsável e características inerentes ao objeto ou ao processo.

Essa associação (Tabela 1) estabeleceu um Modelo Representativo e evidenciou que a fase que requer maior inserção de informações é a fase de operação. Além disso, mostrou que os proprietários são os agentes com maior responsabilidade de fornecer as informações; e que existe um quase equilíbrio entre registros possuem características inerentes ao objeto e ao processo. Esse Modelo Representativo, aplicado para caracterizar ao modelo BIM existente, confirmou no modelo estudado que a fase de operação requer maior esforço de inserção de informações, e que os proprietários são os agentes com maior esforço para fornecer as informações. Contudo, no caso estudado, o esforço de inserção de informações inerentes ao processo será maior que o de inserção de informações inerentes ao objeto.

Além disso, a partir da identificação dos objetos de ativos do modelo BIM existente e dos LODs dos objetos nele contidos, verificou-se a predominância do LOD 400, coerente com os objetivos iniciais do modelo: extração de quantitativo, verificação de interferências e análise de processos construtivos. Contudo, visando à gestão de ativos, para atingir o LOD 500 demandado, requerer-se-á uma transformação parcial dos objetos existentes. Foram então qualificadas quais propriedades precisariam ser criadas, bem como quais propriedades requeriam o preenchimento de informações, nos objetos do modelo BIM (Tabela 3).

Como conclusão, para um modelo BIM que visa o gerenciamento de *facilities*, é recomendado que as propriedades dos objetos sejam criadas desde o início do ciclo de vida da edificação, pois facilita a inserção de informações ao longo do processo de modelagem. Com isso, é possível obter um modelo com histórico de informações que auxilia em tomadas de decisões para a gestão na fase de uso e operação. Além disso, o fato das informações serem caracterizadas tanto como inerente ao objeto como ao processo, indica que essas informações não precisam ser inseridas apenas na fase de operação, mas sim desde a fase de concepção do projeto. Isso também garante que todos os agentes envolvidos durante o processo de modelagem sejam responsáveis por essa inserção de informações nos objetos do modelo BIM.

Como sugestão à trabalhos futuros, visa-se a análise do uso de padrões abertos, como o IFC (*Industry Foundation Class*) e o COBie (*Construction Operations Building*

Information Exchange) para auxiliar no processo de criação de novas propriedades e inserção de informações. Acredita-se que, com o uso de padrões abertos, é possível obter as propriedades desejadas desde o começo do ciclo de vida da edificação, reduzindo assim, o esforço de criação e preocupando-se apenas com a inserção de informações.

REFERÊNCIAS

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.

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>.

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).

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

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.

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.

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

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>.

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.

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

MOTA, Paula; RUSCHEL, Regina. Identificação do conhecimento acadêmico de BIM integrado ao gerenciamento de facilities. In: ENCONTRO NACIONAL DE

TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2013.07.001>.

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>. Acesso em: <05 set. 2015>

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>

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.

SANTOS, Rúben, COSTA, António; GRILO, António. Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015. **Automation in Construction**. 2017.

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.

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

THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 8210:2012**: Guide to facilities maintenance management. 2 ed. England: Bsi Standards Limited, 2012.

ORIGEM DO ARTIGO

O presente artigo é originado de uma pesquisa de mestrado desenvolvida no programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade (PPGATC), da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio recebido através do processo nº 2017/18293-5.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa.