

# Análise comparativa do processo de extração do padrão COBie entre ferramentas BIM de projeto

*Comparative analysis of the extraction process of COBie standard among design BIM tools*

**Fernanda Prado Brandão**

Universidade Federal da Bahia, Brasil  
fernanda.brandao@nucleobim.com

**Fernanda Almeida Machado**

Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
fernanda.machado@nucleobim.com

**Roberta Pinto Teles**

Universidade Federal da Bahia, Brasil  
arq.robertateles@gmail.com

## Abstract

This article aims to present a theoretical review related to Building Information Modeling (BIM), Facility Management (FM) and Construction Operations Building Information Exchange (COBie), and promoting a comparative analysis of the specification and extraction process of the COBie standard among two acknowledged design BIM tools, Autodesk Revit and ArchiCAD. The aspects ranging from data input, setup, modify, data quality control until extraction were considered during the experiment.

**Keywords:** COBie, BIM, Facility Management, AECO, CAFM.

## Introdução

As organizações de *Facility Management* (FM) têm investido grandes montantes de recursos financeiros, organizacionais e humanos na aquisição e uso de sistemas digitais de operação, manutenção e gestão de ativos, como os sistemas *Computer-Aided Facility Management* (CAFM) e *Computerized Maintenance Management System* (CMMS) (East, 2013). O volume de informações necessário para atender ao uso efetivo desses sistemas é robusto e, normalmente, está distribuído em arquivos impressos ou armazenado no formato PDF. Este cenário implica em um longo e oneroso processo despendido no carregamento, verificação e atualização de dados, geralmente através de procedimentos manuais, pelas equipes de FM (East, 2007; East, 2013; Teicholz, 2013a). Neste âmbito, é constatada uma clara demanda no sentido de encontrar meios eficientes de coletar, acessar e atualizar as informações relativas ao empreendimento, para seu melhor aproveitamento na etapa operacional do ciclo de vida do edifício (East, 2007; Teicholz, 2013a). Essas informações são usualmente requeridas na fase contratual pelo proprietário e entregues ao final da construção (Teicholz, 2013a).

Além da problemática relativa ao retrabalho mencionado na alimentação dos sistemas, existe uma preocupação corrente em relação à qualidade dos dados fornecidos (East, 2007). O *National Research Council*, como referido em East (2013), aponta que muitas informações de valor são perdidas durante o ciclo de vida do edifício, principalmente nas fases de projeto e construção. Neste contexto, Isikdag (2015) observa que quando são necessárias trocas ou compartilhamento de informações de partes do processo construtivo, surgem grandes limitações entre os *stakeholders*. É uma situação que impacta de forma significativa tanto na eficiência como no desempenho da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) pode atender à superação de problemas desta natureza.

Atualmente, a elaboração de modelos BIM tem como objetivo garantir a qualidade da informação e facilitar a integração, a interoperabilidade e a colaboração na indústria (Underwood & Isikdag, 2011; Isikdag, 2015). Desta forma, esses modelos podem ser considerados ativos em potencial para dar suporte a todo o ciclo de vida do edifício, inclusive às referentes etapas de operação e manutenção (O&M) (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston, 2014).

Como novo paradigma da indústria da AEC, o BIM pode ser definido como um processo de produção, uso e atualização de um modelo digital de informações da edificação, que abrange e integra todas as disciplinas envolvidas no contexto construtivo. O modelo é composto por objetos paramétricos, correspondentes a elementos construtivos, equipamentos e produtos, que, ao longo do desenvolvimento de projeto, podem ser acrescidos com dados geométricos e propriedades de aspectos diversos, situação que amplia suas potencialidades e aplicações (Succar, 2009; Santos, 2012; Sabol, 2013; Eastman et al., 2014).

A partir dessa inserção de dados no modelo, podem-se catalogar características tanto físicas como funcionais de projeto, construção, operação e manutenção (General Services Administration [GSA], 2007). Referindo-se aos dados relativos à O&M, as ferramentas BIM podem gerar planilhas que caracterizam os elementos e auxiliam sua gestão através do modelo (Araújo, Hippert & Abdalla, 2011).

Neste âmbito, o padrão *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie) é apresentado como um agente facilitador, e tem por objetivo capturar, organizar e registrar dados referentes à entrega de documentação da edificação (East, 2007). O padrão é projetado para trabalhar com modelos BIM e possibilita a integração de dados entre as ferramentas BIM de projeto e as ferramentas dos sistemas digitais de FM (Rojas, Dossick, Schaufelberger, Brucker, Juan, & Rutz, 2009).

## Procedimentos Metodológicos

Ante o apresentado, o presente estudo tem como objetivo analisar e comparar os processos de especificação e extração do padrão COBie entre duas ferramentas BIM de projeto. Trata-se de uma pesquisa exploratória, cujos procedimentos metodológicos utilizados abrangem duas etapas, como ilustrado na Figura 1: (i) a primeira etapa de revisão bibliográfica, abarcando a caracterização e correlação entre os assuntos BIM, *Facility Management* e COBie; e (ii) a segunda etapa fazendo-se uso do método comparativo, para fundamentar a análise do processo de especificação e extração do COBie por meio de duas ferramentas BIM de projeto, o *Autodesk Revit* e o *ArchiCAD*. Segundo Marconi e Lakatos (2010, p. 89), o método comparativo “realiza comparações com a finalidade de verificar similitudes e explicar divergências” podendo subsidiar a análise dos elementos de uma estrutura.

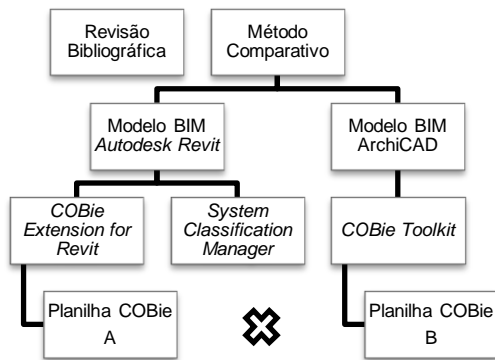


Figura 1 - Procedimentos metodológicos. Autores

## FM e BIM

De acordo com a *International Facility Management Association* (IFMA, 2016), *Facility Management* é uma profissão que abrange várias disciplinas para garantir a funcionalidade do ambiente construído, através da integração de pessoas, lugares, processos e tecnologias. A *European Facility Management Network* (EuroFM, 2016), por sua vez, considerando a norma EN 15221-1: 2006 *Facility Management – Part 1: Terms and Definitions*, define FM como a integração de processos em uma organização para manter e desenvolver os serviços acordados, que dão suporte para melhorar a eficácia das atividades primárias. Conforme a norma europeia, essas atividades dividem-se em dois setores:

- Espaços e Infraestruturas: aspectos relacionados ao local de trabalho (planejamento dos espaços, organização e disposição do local de trabalho, construção, arrendamento, operações de gestão da ocupação do edifício, manutenção de equipamentos, mobiliário, infraestrutura técnica, limpeza);
- Pessoas e organização: serviços de saúde, gestão de eventos, tecnologias de informação e comunicação (TIC), recepção, segurança humana, gestão de recursos

humanos (GRH), logística, material de escritório, gestão de documentos, contabilidade, marketing.

Os avanços tecnológicos proporcionaram uma revolução no FM, já que o desenvolvimento contínuo de tecnologias alterou a forma como os serviços de gestão de *facilities* são desenvolvidos. O uso de soluções integradas de ferramentas personalizadas permite que enormes bancos de dados corporativos sejam gerenciados em vários níveis. Relatórios personalizados, agendamento de ações, distribuído internacionalmente, caso seja necessário, proporcionando o transporte de dados com sinal de alta velocidade e capacidade (Bomi International, 2016).

O *Computer Aided Facility Management* (CAFM), por exemplo, alia o *Computer-Aided Design* (CAD) aos recursos de banco de dados com habilidades específicas para o FM. Disponibiliza ao gerente da edificação ferramentas administrativas e a capacidade de gerenciar, rastrear equipamentos, gerar relatórios e desenvolver o planejamento da manutenção e operação da edificação. Além disso, o sistema CAFM é capaz de identificar funcionários e associá-los aos departamentos específicos onde trabalham, prover o controle de acessos, gestão do uso de espaços, consumo de energia, fornecer e manter informações dos pavimentos etc. (Watson & Watson, 2013).

Já o *Computerized Maintenance Management System* (CMMS) pode ser concebido como uma lista sofisticada de “coisas a fazer”, relativas a tarefas como: agendamento de manutenção preventiva; rastreamento de Ordens de Serviços (OS) e acompanhamento de projetos. Abarca em seu banco de dados, por exemplo, informações referentes a fabricantes e fornecedores, bem como datas de compra, custo de reposição, modelo e número de série de peças, produtos e equipamentos. Em síntese, o sistema CMMS oferece estruturas de dados capazes de armazenar essas informações de forma eficiente, junto a ferramentas de criação e edição de dados (Teicholz, 2001).

Como mencionado, a submissão de informações nesses sistemas passa por procedimentos manuais de recuperação, entrada, verificação e atualização de dados. Teicholz (2013a) considera que através da integração dos sistemas FM a todas as etapas do ciclo de vida da edificação é possível racionalizar e automatizar esses procedimentos. Neste contexto, os dados necessários para dar suporte a uma dada etapa do ciclo de vida seriam submetidos nos níveis de detalhe e precisão disponíveis no momento.

Então, informações adicionais poderiam ser inseridas conforme necessário e em níveis de detalhe mais apropriados. Logo, no momento em que o comissionamento da edificação estivesse completo, os dados requeridos para O&M já estariam disponíveis para uso de forma precisa. Na prática, contudo, existem barreiras que limitam este processo ideal, dentre elas, a interoperabilidade. Como os dados não são submetidos em apenas um modelo ou sistema, a demanda por interoperabilidade tem resultado em múltiplas abordagens, que tentam garantir seu fluxo contínuo e não fragmentado. Neste âmbito, estão o uso de padrões abertos como o COBie e as abordagens proprietárias de integração dos referentes sistemas utilizados (ex: BIM, CAFM, CMMS, etc.), como o uso

de *Application Programming Interface* (API), ligações bidirecionais ou procedimentos baseados na computação em nuvem (Teicholz, 2013a).

O objetivo de uma integração entre BIM e FM envolve a captura dos dados que constam no modelo BIM e a transferência automatizada destes para um sistema FM. É um panorama que tanto pode evitar o custo de entrada de dados como garantir a precisão e qualidade destes. Como o modelo detalhado para construção é desenvolvido para documentação na condição de *as-built*, outras informações, variadas e relevantes para a ampla gama de atividades de FM, podem ser adicionadas paulatinamente. Como já destacado, o resultado é a possibilidade de um sistema FM inicial satisfatoriamente preenchido e pronto para uso no momento em que o edifício é comissionado (Sabol, 2013; Teicholz, 2013a).

Sabol (2013) aponta que compartilhar, integrar, rastrear e manter um modelo BIM coerente afeta a todos os processos e participantes que interagem com sua base de dados unificada e visualização tridimensional precisa. Desta forma, os benefícios oriundos da integração BIM FM são significativos, e incluem:

- A eficiência do fluxo de trabalho, devido à disponibilidade de informações mais acessível;
- A redução nos custos de utilitários e falhas de equipamentos, por maior suporte ao planejamento e procedimentos de manutenção preventiva;
- A gestão e rastreamento mais eficazes de inventários de partes, suprimentos, ativos e equipamentos, acrescidos com dados;
- Maior longevidade na vida útil dos equipamentos, devido aos demais benefícios supracitados;
- O registro preciso das condições atualizadas do empreendimento para subsidiar reformas;
- O suporte efetivo para análises (ex: energética), alertas de emergência e gestão de segurança.

Esses desdobramentos devem contribuir para a redução do custo total do edifício e para o fornecimento de um melhor serviço ao consumidor (Sabol 2013; Teicholz, 2013a).

## COBie

O COBie pode ser definido como um padrão aberto de troca de dados da edificação que possui ênfase no fornecimento da informação necessária para as etapas de operação, manutenção e gestão de *facilities* (East, 2013; Sabol, 2013). Suportado pela *buildingSMART alliance*, seu uso visa capturar e organizar um conjunto de informações que pode ser adquirido naturalmente durante os procedimentos prioritários de projeto, construção e comissionamento. Desta forma, pode-se eliminar tanto a necessidade de transferir uma maciça quantidade de arquivos para os proprietários-operadores depois de finalizada a construção, como os usuais procedimentos *post-hoc* para captura de dados *as-built* da edificação. Como observado, este quadro contribui diretamente para a redução de custos operacionais (East, 2007). As determinações de quais dados devem ser incluídos no COBie sofrem limitações relacionadas à tecnologias, processos e contratos. Logo, o padrão foi especificamente

desenvolvido para atender à entrega de informações já compreendidas como requisitos nos escopos de contratos típicos de projeto e construção (East, 2013).

East (2007; 2013) destaca como procedimentos que produzem dados relevantes para a especificação do padrão COBie (i) o programa arquitetônico; (ii) o projeto; (iii) a garantia da qualidade da construção; (iv) a gestão da cadeia de suprimentos; e (v) a gestão de ativos. Parte da informação necessária para O&M é produzida durante a fase de programa arquitetônico, e tem como exemplo o inventário de espaços e seus requisitos funcionais, que podem ser utilizados em um momento inicial de especificação COBie (*As-Planned*). Esses dados espaciais, atualizados na transição projeto-construção, podem facilitar a localização de produtos e equipamentos no empreendimento. Ao longo da fase de desenvolvimento de projeto, é possível acessar dados referentes ao desempenho de materiais, produtos e equipamentos especificados e identificá-los como ativos fixos ou móveis. Esses dados, apresentados em um conjunto de requisitos, códigos e padrões, devem ser utilizados em um momento mais avançado do COBie (*As-Designed*). Finalmente, na fase de construção, atendendo aos requerimentos de projeto, é possível acessar dados referentes à instalação, teste e comissionamento dos equipamentos e produtos utilizados para inserção no padrão (*As-Constructed*). Durante o uso operacional do COBie (*As-Occupied*), são definidas métricas de desempenho dos ativos listados para auxiliar na verificação de quais deles estão de acordo com os requisitos estabelecidos. Em uma eventual etapa de *As-Built*, o COBie deve ter apenas alguns desvios relativos ao modelo *As-Occupied*, e serve para atualizar dados de itens remanescentes, ou que não haviam sido definidos até então. Por fim, eventuais alterações que venham a ocorrer no edifício devem ser atualizadas no modelo e registradas no COBie (*As-Maintained*).

Os participantes envolvidos nas diversas fases descritas podem contribuir com a submissão de informações do seguinte modo: (i) os projetistas, através da produção de informações relativas às dimensões e *layouts* de pavimentos, espaços e equipamentos; (ii) os prestadores de serviços, através do fornecimento de dados relativos à materiais e equipamentos especificados para execução/instalação; (iii) os fabricantes de produtos, através do fornecimento de planilhas de dados específicos de produtos (ex: informações de manutenção preventiva, procedimentos operacionais de emergência, etc.); e (iv) os agentes de comissionamento através de documentos que também fornecem informações operacionais sobre os sistemas prediais (Rojas et al., 2009; East, 2013).

A criação e atualização do COBie pode ocorrer de quatro modos: através da entrada manual de dados em uma planilha estruturada COBie, extraindo dados de atributos BIM em um arquivo compatível com o COBie, utilizando uma ferramenta específica COBie, ou exportando um arquivo *Industry Foundation Classes* (IFC) com seu conjunto de propriedades estruturado corretamente (Teicholz, 2013b). Portanto, os formatos abertos atribuídos ao COBie são: IFC-STEP, *ifcXML* e *SpreadsheetXML* (informações COBie em formato de

planilha). A partir destes formatos, os dados especificados no padrão podem ser importados para ferramentas do sistema FM (East, 2013).

É válido observar que o modo escolhido para criação e atualização do padrão deve ser definido na etapa de planejamento de execução do modelo BIM e ressaltar que somente parte da informação requerida pode ser desenvolvida dentro de uma ferramenta BIM. A versão COBie em planilha Excel possui uma interface mais intuitiva e é mais utilizada por usuários nos Estados Unidos e Reino Unido. Foram atribuídas convenções à planilha para simplificar a organização dos dados oriundos do BIM (East, 2013). Sua estrutura geral está apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1:** Estrutura geral da planilha COBie

Fases	Worksheet	Conteúdo
Início do projeto	<i>Facility</i>	Projeto, localização e unidades de referência
	<i>Floor</i>	Pavimentos, níveis e alturas
	<i>Space</i>	Ambientes, alturas e áreas
	<i>Zone</i>	Conjuntos de ambientes que compartilham de um atributo específico
	<i>Type</i>	Tipos de equipamentos, produtos e materiais
Detalhamento do Projeto	<i>Component</i>	Itens individualmente nomeados ou catalogados
	<i>System</i>	Conjuntos de componentes para um fornecimento de serviço
	<i>Assembly</i>	Tipos, componentes e outros
	<i>Connection</i>	Conexões entre os componentes
	<i>Impact</i>	Impacto econômico, ambiental e social em várias fases do ciclo de vida
Construção	<i>Document</i>	Submissão e aprovações
	<i>Type</i>	Adição de fabricante e modelo
	<i>Component</i>	Adição de etiquetas e séries
Operação e Manutenção	<i>Spare</i>	Peças no local e substituição
	<i>Resource</i>	Materiais necessários, ferramentas e treinamento
	<i>Job</i>	Manutenção preventiva, segurança e outros planos de trabalho
	<i>Type</i>	Adição de informações de garantia
Todas as fases	<i>Contact</i>	Cadastro de profissionais e empresas
	<i>Document</i>	Adição de documentos de referência
	<i>Attribute</i>	Propriedades do item referenciado
	<i>Coordinate</i>	Localizações espaciais por caixa, linha ou formato de ponto

	<i>Issue</i>	Outras questões restantes na entrega
--	--------------	--------------------------------------

Fonte: Adaptado de East (2007)

## Resultado

O objeto de estudo selecionado para o experimento é o pavimento tipo de um edifício residencial de 16 pavimentos, constituído por duas unidades habitacionais, cujo modelo foi desenvolvido em duas ferramentas BIM de projeto: *Autodesk Revit* e *ArchiCAD*. Essas ferramentas foram escolhidas tanto por critérios relativos a alto desempenho e liderança de mercado (G2 Crowd, 2016) como por permitirem procedimentos de especificação e extração do padrão COBie (Teicholz, 2013b). O experimento atendeu ao COBie *As-Designed* e fundamentou a análise dos procedimentos mencionados, considerando o entendimento relativo à organização e lógica de interligação entre o modelo BIM e as informações presentes na planilha. Os processos em ambas as ferramentas consideraram requisitos de instalação, configuração, modificação e exportação compatíveis com o padrão, junto à inserção de dados.

### Processo COBie no Autodesk Revit

O modelo BIM no *Autodesk Revit* foi desenvolvido para validar a inserção, organização e exportação dos dados COBie em planilhas XLS. No fluxo de trabalho, foram utilizadas as seguintes ferramentas: *Autodesk Revit 2016*; *Autodesk COBie Extension for Revit 2016*; *Autodesk Classification Manager for Revit 2016* e *Microsoft Excel*. Observando-se que o *Autodesk Revit* não disponibiliza em sua interface parâmetros inerentes ao COBie, sequer exporta suas planilhas diretamente, foi necessário o uso de uma extensão apropriada. Constatou-se que a extensão denominada *Autodesk COBie Extension for Revit*, deveria corresponder à versão correlata do *Autodesk Revit* (ex: ambas estarem na versão 2016). Seu uso foi estruturado em três etapas, cuja sistematização está ilustrada na Figura 2:

- Configuração (*Setup*);
- Modificação (*Modify*);
- Exportação (*Export*).

### Configuração (*Setup*)

O fluxo de trabalho de projeto para especificação COBie seguiu uma sequência básica. No primeiro momento da etapa de configuração, atendeu-se à submissão de informações referentes ao gerenciamento de contatos, apresentadas no *worksheet COBie.Contact*. Os requisitos mínimos exigidos consideraram o responsável (ex: Criado por); a companhia (ex: Empresa); e o cargo-função (ex: Projetista), sendo este último vinculado à escolha de um dos sistemas de classificação disponíveis ou personalizado em arquivos XLS. Neste experimento adotou-se o *Omniclass*, estrutura de classificação desenvolvida para a indústria da construção e utilizada na América do Norte (Sabot, 2013).

No momento seguinte, na seção “Configurações Gerais”, a preparação dos dados abrangeu: localidade, formas de identificação dos elementos, unidades de medida, e métodos

de cálculo de áreas. Na seção “Space”, as configurações consideraram: padronização de nomenclatura, configuração visual dos dados no *worksheet* *COBie.Zone*, e categorização dos elementos do modelo em *rooms* ou *spaces*.

É relevante observar as diferenças relativas a essas categorias. De acordo com a Autodesk (2016), *rooms* são usualmente associados aos elementos arquitetônicos, enquanto *spaces* às instalações elétricas, hidráulicas e mecânicas. Ambas as categorias contêm parâmetros para dados de identidade, dados geométricos e localização dos elementos. Esses parâmetros são apresentados no *worksheet* *COBie.Component*. Contudo, o padrão de nomenclatura deste *worksheet* teve de ser configurado na seção “Component”. Nas seções “Type” (*COBie.Type*) e “System” (*COBie.System*) foram realizadas tanto a padronização de nomenclaturas como a definição do sistema de classificação dos elementos (ex: *Omniclass*, *Uniformat*, *Uniclass* ou sistema próprio via *Keynote*). Em seguida, na seção “Attribute” (*COBie.Attribute*) foram escolhidos os parâmetros específicos a serem exportados (ex: portas, tubulações, pisos, etc.). Já na seção “Coordinate” (*COBie.Coordinate*) especificou-se quais dados de localização dos elementos do modelo deveriam ser gerados. Por fim, na seção “Schedule”, foi possível escolher que *worksheets* *COBie* seriam pré-visualizadas na ferramenta para auxiliar na edição manual de dados. As configurações de

*COBie.Space*, *COBie.Facility* e *COBie.Floor* foram realizadas fora da interface da extensão, no próprio *Autodesk Revit*. O *COBie.Space*, configurado a partir de parâmetros de área dos ambientes físicos da edificação, o *COBie.Facility* a partir de parâmetros localizados no “Project Information”, e o *COBie.Floor* configurado automaticamente a partir da criação dos pavimentos (níveis) na modelagem.

### Modificação (Modify)

A etapa de modificação possibilitou três procedimentos: a criação de hierarquias e categorização de ambientes através da seção “Zone Manager”, o que permitiu a visualização tridimensional prévia dos ambientes agrupados no modelo (ex: ambientes de área molhada), a seleção de que famílias, tipos ou elementos deveriam ser exportados para a planilha *COBie*, e as diretrizes de edição dos parâmetros definidos na etapa de configuração ou inerentes aos próprios elementos.

### Exportação (Export)

A etapa de exportação envolveu um procedimento prévio de revisão dos dados preparados para o *COBie*. Este procedimento já havia sido observado na literatura por Wang, Bulbul e McCoy (2015). Os autores o denominaram de controle de qualidade das especificações do padrão. Foi o momento mais adequado para a detecção e revisão de

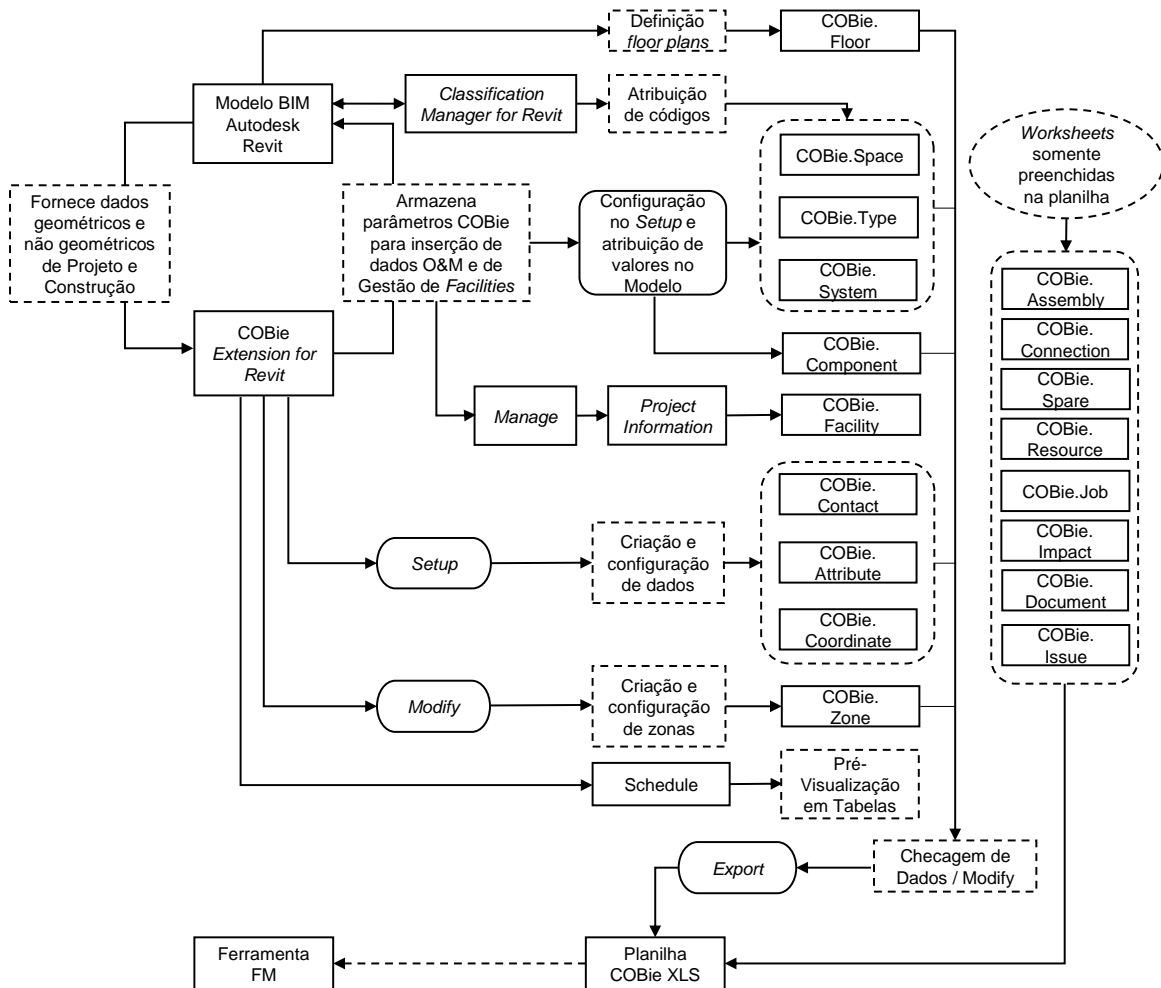


Figura 2 - Sistematização do processo de extração do padrão COBie no Autodesk Revit. Autores

campos da planilha, que não foram contemplados pelas configurações gerais e demandaram ajustes de parâmetros ou atribuição manual de informações. Concluído o procedimento de controle de qualidade, o *Autodesk Cobie Extension for Revit* foi utilizado para exportar os dados para planilhas no formato XLS. Aproveitou-se a possibilidade de indicar que *worksheets* e dados correlacionados deveriam estar presentes na planilha COBie gerada. Após exportação, foi constatado que a planilha também apresentou *worksheets* não editáveis no *Autodesk Revit*, e que poderiam ser preenchidos somente através do *Microsoft Excel* ou de uma ferramenta de FM. Segundo Wang et al. (2015), esses são *worksheets* relacionados a dados de construção e comissionamento, que normalmente estão fora do escopo da equipe de projetistas.

### Processo COBie no ArchiCAD

O modelo BIM no *ArchiCAD* foi desenvolvido para validar a inserção, organização e exportação dos dados COBie em planilhas XML. No fluxo de trabalho foram utilizadas as seguintes ferramentas: *ArchiCAD 19*, *COBie Toolkit 1.4.2* e *Microsoft Excel*. Observou-se que o *ArchiCAD*, embora disponibilize em sua interface parâmetros inerentes ao COBie, não realiza a exportação direta das planilhas. Portanto, foi necessário o uso de um tradutor apropriado, denominado *COBie Toolkit 1.4.2*. Assim como a extensão atribuída ao *Autodesk Revit*, este tradutor é compatível somente com uma versão específica do *ArchiCAD* – no caso, a versão 19. O

*COBie Toolkit* é um tradutor IFC/XML que converte os dados COBie do formato IFC 2x3, extraído do modelo, para planilhas XML.

No sentido de sistematizar o experimento, o processo de especificação e extração do padrão COBie no *ArchiCAD* foi ilustrado na Figura 3. Baseou-se nas mesmas três etapas seguidas para o *COBie Extension for Revit*: Configuração (*Setup*); Modificação (*Modify*); e Exportação (*Export*).

### Configuração (Setup)

No fluxo de trabalho adotado, os procedimentos COBie inerentes à etapa de configuração dependeram, no primeiro momento, da importação de arquivos referentes aos sistemas de classificação, disponíveis no pacote de instalação do *ArchiCAD*. Deste modo, na seção de “Configurações de Esquema IFC”, foi possível identificar e importar o arquivo XML relativo ao *Omniclass*. Os demais procedimentos abarcaram a inserção de dados relativos a projeto e profissionais envolvidos, correlacionados às *worksheets* de *COBie.Contact* e *COBie.Facility*. Os campos consideraram detalhes e informações de projeto, terreno, edificação, projetistas e cliente. Dados associados a pavimentos, níveis e alturas foram configurados na seção de “Definições de Piso” e corresponderam a *worksheet COBie.Floor*. No caso do *COBie.Space*, sua configuração foi realizada a partir do gerenciador de propriedades de IFC de Zonas, no qual também foi definido o sistema de classificação. As

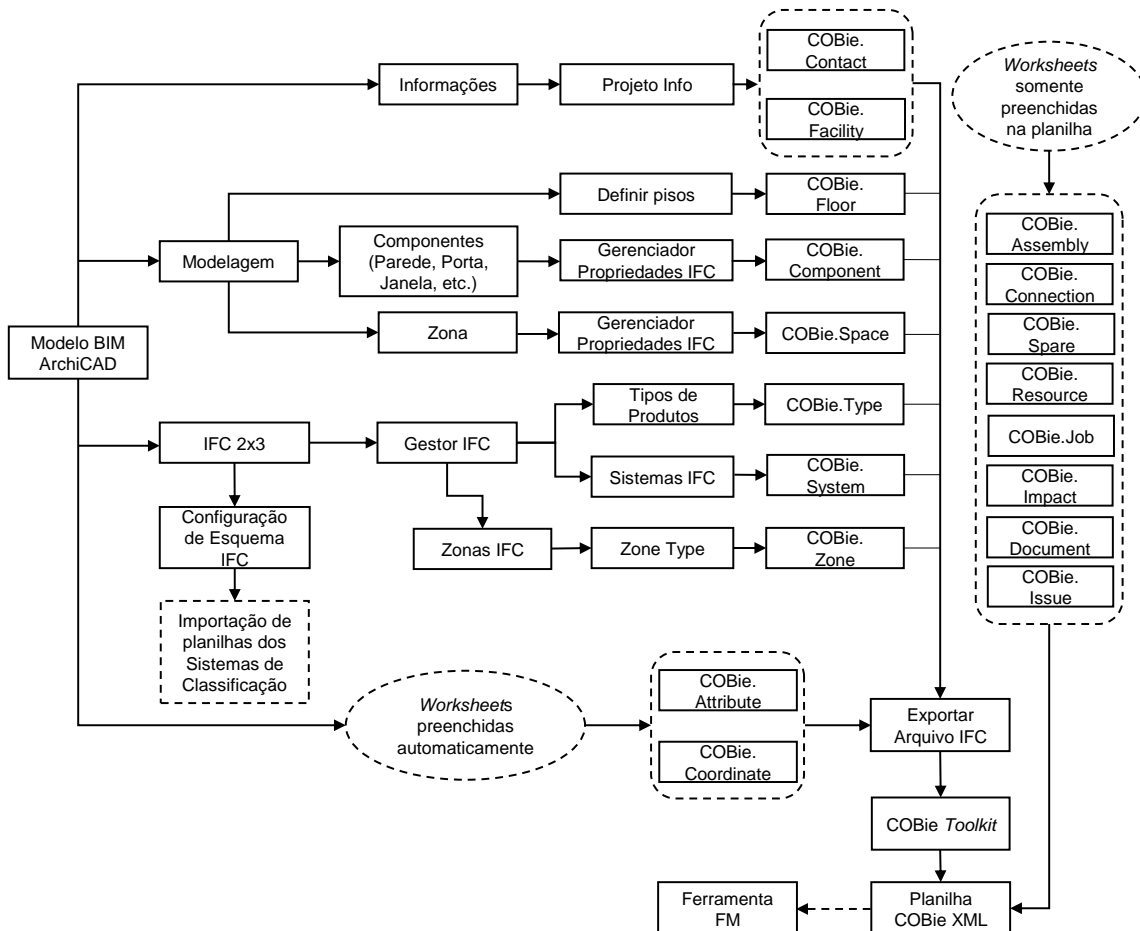


Figura 3 - Sistematização do processo de extração do padrão COBie no ArchiCAD. Autores

informações relativas ao *worksheet COBie.Type* foram preenchidas no “Gestor IFC”. Foi constatada a possibilidade de atribuir valores relativos à O&M em cada elemento do modelo, conforme apresentado na planilha COBie (ex: atributos relativos a custo de reposição, garantia, etc.). Por sua vez, informações relativas ao *COBie.Component* consideraram os dados de compra, atribuídos no gerenciador de propriedades IFC. Finalmente, o último procedimento atendeu às informações de *COBie.System*. Foi possível configurar e agrupar os elementos que possuíam a mesma função de acordo com o *Omniclass* (ex: elevadores para o sistema de circulação vertical). Na configuração de *COBie.Zone*, por meio do “Gestor IFC”, o procedimento envolveu a aplicação de uma regra pré-definida (*COBie.Floor e Zone Categories*) para incluir os ambientes dentro de uma das seguintes zonas: circulação, combate a incêndio, preservação histórica, iluminação, ocupação ou ventilação.

### Modificação (Modify)

Assim como realizado no *Autodesk Revit*, o *ArchiCAD* possibilitou a criação de hierarquias e a categorização de zonas, entretanto não disponibilizou filtros de visualização tridimensional. Outros procedimentos relativos à etapa de modificação abrangeram alterações manuais na nomenclatura de objetos, que foram definidas no momento da importação do arquivo *Omniclass*. Ainda é possível realizar outros tipos de alterações, como a modificação de valores em atributos de objetos e a inserção de novas categorias vinculadas ao sistema de classificação.

### Exportação (Export)

A inexistência da pré-visualização de *worksheets* da planilha COBie no *ArchiCAD* dificultou o procedimento de controle de qualidade dos dados preparados. A exportação foi realizada através do comando “Salvar Como”, após configuração do filtro do modelo, que permitiu escolher que *worksheets* seriam exportados. Em seguida, foi definido o formato COBie 2 Exportação, que possibilitou a extração do arquivo em IFC 2x3. Por fim, com o tradutor *COBie Toolkit*, converteu-se o arquivo IFC para o formato COBie *SpreadsheetXML*, legível no *Microsoft Excel*.

### Análise Comparativa

Ante os processos apresentados, foi possível identificar semelhanças e divergências na especificação e extração do padrão COBie. Ambas as ferramentas não permitiram a geração da planilha de forma direta, sendo necessário o uso de outros recursos. Neste contexto, o *Autodesk Revit* exigiu uma extensão que atuasse desde a inserção de parâmetros COBie no modelo até a exportação da planilha, enquanto o *ArchiCAD*, que já detém esses parâmetros incorporados em sua interface, dependeu de um tradutor somente para a conversão do formato IFC em um formato compatível com o *Microsoft Excel*. A preparação do modelo BIM para especificação e extração do COBie mostrou-se complexa e demandou uma extensa curva de aprendizado, tornando ambos os processos iterativos. No primeiro momento, foi necessário apreender a estrutura geral da planilha. Após assimilação de códigos, convenções e conteúdo atribuídos a

cada *worksheet*, partiu-se para o entendimento do COBie nas ferramentas BIM.

Durante os processos de modelagem e especificação, foram realizadas diversas exportações intermediárias para percepção das relações de dados entre os diferentes *worksheets*, e entre a planilha e o modelo BIM. A interface da extensão do *Autodesk Revit* orientou e conduziu parte dos procedimentos relativos à submissão de dados. A organização destes campos, contudo, divergiu em relação à ordem dos *worksheets* presentes na planilha COBie. Foi uma situação que dificultou em alguns momentos o entendimento do fluxo de preenchimento dos dados e como estes estariam futuramente relacionados. Por outro lado, a interface do *ArchiCAD* não se mostrou intuitiva, já que a ferramenta foi estruturada para que a equipe de projetistas, no decorrer de uma modelagem, atribuisse as informações nos parâmetros COBie correspondentes, sem um passo-a-passo de pré-configuração. Desta forma, foi necessário realizar um procedimento de mapeamento, identificação e apreensão de cada campo COBie no *ArchiCAD*, tornando o processo lento e exigindo maior habilidade com a ferramenta.

Observaram-se divergências em relação às vinculações com os sistemas de classificação. O *ArchiCAD* os incorporou ao seu pacote de instalação no formato de planilhas, que precisam ser importadas para o modelo de acordo com a escolha e necessidade do projetista. No caso do *Autodesk Revit*, foi observado que, apesar da extensão *Autodesk COBie Extension for Revit* possibilitar a configuração dos sistemas de classificação, é necessário o suporte da extensão *Autodesk Classification Manager for Revit* para classificação de ambientes e elementos do modelo. Por conseguinte, apenas com a combinação de ambas as extensões, tornou-se possível enquadrar projetistas, elementos, áreas e zonas no *Omniclass*. Outras divergências foram identificadas nas configurações do *worksheet COBie.Attribute*. Enquanto o *Autodesk Revit* permitiu a definição de quais parâmetros de cada elemento deveriam ser exportados, o *ArchiCAD* não ofereceu escolha e a exportação de parâmetros seguiu o padrão da ferramenta.

Foram encontradas dificuldades para atribuir os valores de pé-direito do pavimento tipo do edifício. Apesar de ser um campo cujo preenchimento é automatizado, o valor gerado na planilha COBie se apresentava como zero ou vazio. No caso do *Autodesk Revit*, a questão foi solucionada a partir da edição manual do valor na tabela *COBie.Floor*, exibida por conta da seção “*Schedule*”. Como esta seção é uma opção inerente ao *Autodesk Revit*, no *ArchiCAD* foi necessário adicionar uma propriedade denominada “*Height*” na seção do “Gestor IFC”. Após estes procedimentos, tanto no *Autodesk Revit* como no *ArchiCAD* a exportação foi realizada de maneira correta, e os campos nas respectivas planilhas mostraram-se preenchidos. No entanto, foi observado que qualquer alteração nos modelos implicaria em novo procedimento manual, quadro que poderia resultar na duplicação de informações. Em outra situação, já na etapa de modificação, a extensão do *Autodesk Revit* permitiu a visualização tridimensional dos ambientes agrupados em zonas explicitando-as com cores, funcionalidade que auxiliou no entendimento espacial do

edifício para tomadas de decisão. No *ArchiCAD* não foi encontrada função de filtro semelhante.

Finalmente, foi constatada a relevância de configurar os arquivos para especificação e extração COBie no início da modelagem, seja no *Autodesk Revit* fazendo-se uso das extensões para inserção dos parâmetros COBie e sistemas de classificação, seja no *ArchiCAD* a partir da importação das planilhas referentes aos sistemas de classificação. Observou-se que essa inserção de parâmetros COBie no *Autodesk Revit* pode resultar na duplicação de informações, já que parâmetros COBie relativos às características geométricas e descritivas dos componentes devem ser novamente preenchidos, ignorando os parâmetros nativos já atribuídos a cada componente. Portanto, uma alteração no componente sem a devida atualização manual no parâmetro COBie pode implicar em divergências entre as informações de projeto e as informações da planilha. Como no *ArchiCAD* os parâmetros COBie já estão incorporados na própria ferramenta não há riscos de duplicação de dados.

## Considerações Finais

O presente estudo analisou e comparou os processos de especificação e extração do padrão COBie entre o *Autodesk Revit* e o *ArchiCAD*. O experimento atendeu ao *COBie As-Designed*, considerando dados fornecidos nas etapas de projeto e construção. Foi possível observar que a inserção e registro de dados no modelo BIM, visando às atividades de O&M, devem ser compreendidos como um processo e não uma atividade a ser realizada somente após o comissionamento do edifício. O padrão COBie apresentou-se como uma oportunidade de considerar a etapa operacional do ciclo de vida da edificação ainda nas fases preliminares de projeto. O BIM demonstrou potencial para ser a plataforma que propicia parte da catalogação das informações necessárias para O&M e promove sua correlação com a geometria do edifício. As ferramentas testadas demonstraram caminhos diferentes de produção da planilha COBie. O *Autodesk Revit* mostrou-se mais intuitivo em sua interface, porém questiona-se a possibilidade de duplicação de dados. O *ArchiCAD* apresentou maior compatibilidade com o COBie, mas a dificuldade na identificação de campos COBie e a falta de funcionalidades, como a visualização de *worksheets* ou filtragem de zonas, dificultaram o processo de especificação. Observou-se que a curva de aprendizado para um processo baseado no COBie pode afastar usuários, pela complexidade inicial e pelo emprego da língua inglesa. Pretende-se dar continuidade a este estudo visando a análise da integração do padrão COBie com ferramentas FM.

## Referências

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.

Autodesk, (2016). *Autodesk COBie Extension for Revit. BIM Interoperability Tools*. Retrieved 1 June 2016, from [http://www.biminteroperabilitytools.com/cobieextension/help/qs1\\_setup.html](http://www.biminteroperabilitytools.com/cobieextension/help/qs1_setup.html)

Bomi international, (2016). *Impact of Technology on Facility Management Jobs - FMLink. FMLink*. Retrieved 27 June 2016, from <http://fmlink.com/articles/impact-of-technology-on-facility-management-jobs/#none>

East, E. (2007). *Construction Operations Building Information Exchange (COBie). WBDG - Whole Building Design Guide*. Retrieved 23 June 2016, from [http://www.wbdg.org/pdfs/erdc\\_cerl\\_tr0730.pdf](http://www.wbdg.org/pdfs/erdc_cerl_tr0730.pdf)

East, B. (2013). Using COBie. In P. TEICHOLZ, *BIM for facility managers* (1st ed., pp. 107-143). New Jersey: John Wiley & Sons.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. (2014). *Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção* (p. 483). Porto Alegre: Bookman.

European Facility Management Network, (2016). *What is FM. Eurofm.org*. Retrieved 26 June 2016, from <http://www.eurofm.org/index.php/what-is-fm?showall=&start=2>

G2 Crowd, (2016). *BIM Grid Report Spring 2016. G2 Crowd*. Retrieved 26 June 2016, from [https://www.g2crowd.com/grid\\_report/documents/bim-grid-report-spring-2016](https://www.g2crowd.com/grid_report/documents/bim-grid-report-spring-2016)

General Services Administration, (2007). *BIM Guide Overview. GSA*. Retrieved 1 May 2016, from [http://www.gsa.gov/portal/mediald/226771/fileName/GSA\\_BIM\\_Guide\\_v0\\_60\\_Series01\\_Overview\\_05\\_14\\_07.action](http://www.gsa.gov/portal/mediald/226771/fileName/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.action)

International Facility Management Association, (2016). *What is FM - Definition of Facility Management. Ifma.org*. Retrieved 26 June 2016, from <https://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>

Isikdag, U. (2015). *Enhanced building information models*. Springer

Marconi, M. & Lakatos, E. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.

National Research Council, (2010). *the 1983 Workshop on Advanced Technology for Building Design and Engineering..* Washington: National Academy Press.

Rojas, E., Dossick, C., Schaufelberger, J., Brucker, B., Juan, H. & Rutz, C. (2009) Evaluating Alternative Methods for Capturing As-Built Data for Existing Facilities. *Computing in Civil Engineering* (2009): pp. 237-246.

Sabol, L. (2013). Technology for FM. In P. Teicholz, *BIM for facility managers* (1st ed., pp. 17-45). New Jersey: John Wiley & Sons.

Santos, E. (2012). BIM - Building Information Modeling: um salto para a modernidade na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil. In E. Pratini & E. Silva Júnior, *Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto* (1st ed., pp. 25-62). Brasília: Faculdade de Tecnologia da UNB.

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation In Construction*, 18(3), 357-375. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Teicholz, P. (2013a). Introduction. In P. TEICHOLZ, *BIM for facility managers* (1st ed., pp. 1-15). New Jersey: John Wiley & Sons.

Teicholz, P. (2013b). Owner BIM for FM Guidelines. In P. Teicholz, *BIM for facility managers* (1st ed., pp. 47-83). New Jersey: John Wiley & Sons.

Teicholz, E. (2001). *Facility design and management handbook*. New York: McGraw-Hill.

Underwood, J. & Isikdag, U. (2011). Emerging technologies for BIM 2.0. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 11(3), 252-258. <http://dx.doi.org/10.1108/14714171111148990>

Wang, Z., Bulbul, T. & Mccoy, S. (2015). Comparative Case Study for Using COBie in Project Turnover. In *Proc. of the 32nd CIB W78 Conference*. Eindhoven.



Watson, J. & Watson, R. (2013). *Computer-Aided Facilities Management (CAFM) | Whole Building Design Guide*. *Wbdg.org*. Retrieved 26 June 2016, from <https://www.wbdg.org/om/cafm.php>