



Análise de repositórios de objetos BIM e os níveis de desenvolvimento Analysis of BIM objects repositories and the development levels

Claudio Alcides Jacoski¹

Lissandro Machado Hoffmeister²

Resumo: A indústria da construção busca alternativas no apoio à gestão de informações, que possam servir na tomada de decisões, redução de tempo, organização de cronogramas, redução de falhas na interpretação de projetos, principalmente utilizando-se do compartilhamento e integração. Dentro deste contexto, um modelo de construção produzido na metodologia Building Information Modeling (BIM) pode dar suporte a múltiplas possibilidades, como por exemplo a produção automatizada através da utilização dos objetos paramétricos. Os objetos paramétricos em formato - Industry Foundation Classes (IFC), podem conter todas as características do objeto, o que aproxima muito o ambiente virtual do real, aproximando ferramentas de fornecedores de software distintos, permitindo uma perfeita interoperabilidade. Um dos atributos do BIM, é o compartilhamento de informações, onde diversas bibliotecas de objetos paramétricos estão disponíveis pelo mundo. O presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada com repositórios BIM e a organização dos objetos levando em conta o nível de desenvolvimento de sua modelagem. O conjunto de repositórios existentes no mundo e a sua operacionalização para utilização de arquivos por projetistas, pode auxiliar o desenvolvimento de pesquisas constituindo-se em uma significativa contribuição para o setor da construção civil nacional.

Palavras-chave: Repositórios; BIM; Indústria da Construção, LOD.

¹ UNOCHAPECÓ – Universidade Comunitária da Região de Chapecó

² UNOCHAPECÓ – Universidade Comunitária da Região de Chapecó

Abstract: The construction industry is searching for options regarding information management support that can help decision-making, creating timetables and reducing project interpretation errors, making it possible to establish shorter deadlines and focusing on information sharing and integration. Within this context, a construction model created by the use of the Building Information Modeling (BIM) methodology may offer several possibilities. Automated production through the use of parametric objects is one example of use. The parametric objects in the Industry Foundation Classes (IFC) format may contain all the characteristics of the object, which brings close together the virtual and real environments. As a result, different software providers tools become eligible for perfect interoperability. One of the BIM attributes is information sharing, where several parametric object libraries are available worldwide. This paper discusses a research conducted using BIM repositories and object organization considering its modeling development level, with the purpose of developing a prototype. This set of conditions will allow the comprehension and operation of a BIM repository object insertion system aiming file utilization by designers and making significant contribution to the national construction industry.

Keywords: Repositories; BIM; Construction Industry; LOD.

1. Introdução

A motivação deste estudo é impulsionada pela construção de alternativas no apoio à gestão de informações para o setor da construção através do compartilhamento de informações. A literatura aponta diversos problemas no desenvolvimento e acompanhamento de projetos na área da indústria da construção. Uma destas dificuldades se dá devido a falta de informações que permitam a tomada de decisões antecipadas e também um real entendimento do que será construído. Dentro deste contexto, um modelo de construção produzido em metodologia *Building Information Modeling* (BIM) pode dar suporte a múltiplas vistas diferentes dos dados contidos dentro de um conjunto de desenhos, incluindo até 2D porém, com mais ênfase em 3D, com interrelação entre as informações, permitindo inclusive uma parametrização dos objetos.

Os objetos com arquivos de extensão IFC (*Industry Foundation Classes*) podem fornecer dados modelados do objeto, o que aproxima muito o ambiente virtual do real. Uma das características do BIM, é o compartilhamento de informações, esta possibilidade começa a se tornar interessante, quando fornecedores oferecem informações detalhadas sobre seus produtos. A partir disto, diversas bibliotecas de objetos paramétricos foram criados pelo mundo.

Estas bibliotecas permitem que os projetistas utilizem os objetos dos repositórios fazendo inserção no projeto, com informações consistentes, confiáveis que podem fornecer detalhes como: composição, métodos de montagem, formato ou tamanho, peso, densidade superficiais ou sensoriais, capacidade, cor, preço, aspectos estruturais, mecânicos, de incêndio e aspectos térmicos, entre outros.

Atualmente os projetistas possuem um acesso limitado a grandes fabricantes, que conseguem produzir objetos BIM de seus produtos. Estes objetos estão disponíveis em algumas bibliotecas (repositórios) virtuais, ou fazem parte do pacote da ferramenta utilizada para projetar, sendo que cada repositório é baseado em normas de outros países. Neste estudo será apresentado um estado da arte de alguns modelos de repositórios de objetos BIM já existentes no Brasil e no mundo, fazendo uma análise comparativa entre os recursos que são oferecidos.

2. A fragmentada cadeia produtiva da indústria da construção

A indústria da construção possui como característica principal a fragmentação da cadeia produtiva, apresentando em seus processos de produção de edifícios, principalmente, dificuldades de comunicação, onde imprevistos podem causar problemas de interpretação, de tempo adequado e conseqüentemente resultando em aumento de custos para a construção. De acordo com Neves (2010), o setor da construção não possui uma arquitetura de referência genérica, adequada às suas necessidades para apoiar a formação e gerência coordenada de redes de cooperação, bem como, para auxiliar o correto levantamento de requisitos para implementar um futuro sistema de informação que supra suas necessidades específicas. Neste tema, em

especial, Isatto (2007) destaca a importância de uma efetiva articulação entre a comunidade acadêmica e representantes da indústria da construção e da tecnologia da informação e comunicação (TIC).

O setor carece de aprimoramento e desenvolvimento de aplicações para ganho de produtividade ao setor, que envolvam suas fases de projeção, automação de processos, orçamentos, planejamento, e manutenção, dentre outras, permitindo assim um suporte a tomada de decisão para o gestor da indústria da construção.

A cadeia produtiva é definida por Blumenschein (2004) como o “conjunto de atividades que se articulam progressivamente desde os insumos básicos até o produto final, incluindo distribuição e comercialização, constituindo-se em elos de uma corrente”.

Desta forma aplicando este conceito pode-se afirmar que esta indústria é composta por três grupos industriais básicos, que representam os elos macros desta cadeia, compostos por micro elos:

- indústria que produz materiais, insumos e componentes (ou indústria de suprimentos);
- indústria que produz edificações e obras de engenharia pesada (ou indústria de processos);
- indústria considerada auxiliar.

A estrutura atual da cadeia produtiva, por ser complexa e fragmentada impede que se possa estruturar um conjunto de ações integradas para que os objetos produzidos pela indústria venham se incorporar ao projeto da edificação, tal qual ocorre em outras cadeias produtivas.

3. O BIM como solução para integração da produção e projetos de construção

O BIM apresenta-se como uma metodologia integradora da informação para o desenvolvimento de projetos e gestão na Arquitetura Engenharia e Construção (AEC). A utilização da metodologia BIM na indústria AEC tem como objetivo aumentar a produtividade, eficiência, qualidade de construção, e simultaneamente reduzir custos ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos (PATACAS, 2012). Para Eastman et al. (2014), o BIM é definido como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.

Succar (2009) afirma que a adoção completa do paradigma BIM na indústria da construção não ocorre de forma imediata. Há vários estágios de adoção de BIM, com a apropriação gradual da tecnologia e transformação dos processos correlacionados, levando até a adoção completa do BIM. A modelagem BIM consiste em uma plataforma de programas computacionais destinada aos profissionais ligados as áreas de arquitetura, engenharia e construção, capaz de abarcar em um único arquivo, as informações inerentes ao projeto.

Desde características típicas de desenhos, imagens e apresentações que compõem o produto final do projeto enquanto representação gráfica até informações documentais, orçamentarias, quantitativas, dentre outras que acabam por envolver inúmeros profissionais de diferentes esferas de atuação na concepção de um empreendimento em seu ciclo completo (OLIVEIRA, 2011).

Em alguns casos a modelagem BIM é vista como uma nova geração de ferramentas *Computer Aided Design* (CAD) onde a necessidade em se obter um modelo central de representação dos processos de construção, está levando muitas empresas a verificar a importância em ampliar suas representações de uma forma mais complexa e completa e aos poucos abandonar a simples representação de elementos através de linhas, formas e texto.

A importância em se ter um modelo de representação mais adequado e mais complexo onde todas as informações estejam interligadas e sincronizadas faz com que a etapa da execução seja mais segura. As fases do projeto são organizados numa estrutura racional dividida por especialidade e estratificada por nível de pormenorização.

A grande expectativa de acordo com Rocha (2011), é que o BIM consiga melhorar o modelo tradicional da construção civil, representado em um modelo 3D que agrega todas as disciplinas de um projeto, mas além de um modelo CAD, agrega toda uma base de informações multidisciplinares relativas ao ciclo de vida do empreendimento, do desenvolvimento do projeto, orçamento, planejamento, construção, uso e manutenção. Com o BIM é possível detectar antecipadamente as incompatibilidades construtivas, além de gerar quantitativos automáticos dos materiais e dados sobre custos e prazos de execução.

Quando utiliza-se a representação BIM, o projeto da edificação é composto da agregação dos elementos construtivos (objetos). Por exemplo na projeção de uma parede, é possível especificar não só os parâmetros geométricos como a espessura, o comprimento e a altura, mas também outros parâmetros como o material da parede, as tramas de superfície, propriedades térmicas e acústicas, custos de material e informações técnicas dos elementos da construção.

A atual geração de ferramentas de projetos para construção desenvolveram-se a partir da capacidade da modelagem paramétrica baseada em objetos. Esta evolução emergiu de uma mistura de pesquisa universitária e intenso desenvolvimento industrial, como o realizado pela *Parametric Technologies Corporation* nos anos de 1980. O principal fator para funcionamento da parametrização, é que instâncias de forma e outras propriedades de objetos, podem ser definidas e controladas de acordo com uma hierarquia (EASTMAN, 2014).

Há uma especificação do padrão internacional IFC. A especificação consiste no esquema de dados, representado como por *EXPRESS Schema* e, alternativamente, como uma especificação *XML Schema*, e dados de referência, representado como definições XML de propriedade e definições quantitativas (BUILDINGSMART, 2013).

O padrão IFC define um elemento de construção (projeto), através de um modelo orientado a objeto, transferível entre aplicativos que operem com o mesmo. As extensões IFC são públicas e abertas para uso e implementação, são extensíveis e são desenvolvidos a qualquer tempo conforme a necessidade. O IFC constitui-se em um modelo central, orientado a objeto com imediata interferência em quatro iniciais áreas: Arquitetura, serviços da construção, gerenciamento de obras e ferramentas gerenciais (BUILDINGSMART, 2014).

É de suma importância que os repositórios de objetos BIM passem a ofertar e garantir versões de seus objetos para o padrão de arquivo IFC. Geralmente os repositórios oferecem *plugins* para ferramentas tradicionais de projetos CAD. Porém com um padrão IFC, é possível submeter o projeto a diversos novos recursos que não são nativos destas ferramentas tradicionais.

4. Os atuais repositórios de objetos BIM

Os repositórios de objetos BIM, são bibliotecas virtuais que permitem realizar o download de um objeto para ser utilizado em um projeto de engenharia, arquitetura e construção. Neste sentido a maioria destes repositórios tem como principal objetivo oferecer um objeto CAD em 3D composto de uma série de informações modeladas de forma padronizada.

Os objetos em duas dimensões (2D) utilizam as tradicionais linhas no CAD que representam objetos, dimensões e arranjos espaciais, desenhadas por polígonos. Na visualização de objetos em 3 dimensões (3D) passam existir objetos sólidos com comportamentos particulares, materiais de construção associados e ocupação do espaço disponível. Facilitam muito a compreensão dos projetos pois se aproximam mais da realidade. Aos objetos modelados também são adicionadas outras informações importantes além da sua geometria. São conhecidos como objetos 4D, aqueles que recebem também informações a respeito da execução, exibindo uma sequência ideal de construção e montagem. São capazes de reunir projeto e planejamento em um único modelo 3D. Com a utilização do “5D” os prazos de construção são influenciados pelos custos dos contratos de serviços, materiais e equipamentos do projeto.

Os repositórios de objetos precisam prover em sua essência, não somente um nível de detalhe visual, mas sim subsídios de informações e características dando suporte a todas as “n” dimensões do BIM (BIMFORUMBRASIL, 2013).

A descrição e detalhamento de alguns repositórios disponíveis pelo mundo são apresentados na sequência, porém, não se tem a pretensão comparativa e tão menos se deseja definir qual o mais adequado. O objetivo é verificar as suas principais funcionalidades, modelos, formatos de acesso, distribuição, arquivos de download, mas principalmente a contribuição destes repositórios de objetos BIM para evolução nas chamadas “n” dimensões.

4.1. Repositório NBS - *National BIM Library*®

A NBS *National BIM Library* é uma base de informações online de objetos BIM, a biblioteca é administrada pela empresa *RIBA Enterprises* com registro na Inglaterra. O acesso e uso da biblioteca é gratuito sendo necessário cadastrar um usuário de acesso preenchendo algumas informações e concordar com os termos de uso (NBS, 2017).

4.2. Repositório Sweets®

A Sweets® oferece um repositório com um grande número de objetos BIM de alta qualidade, alguns fabricantes fazem parte do repositório de objetos BIM. O repositório *Sweets* oferece objetos BIM para serem utilizados com a ferramenta Revit®. A busca de objetos é possível clicando sobre a logomarca do fabricante apresentado em forma de uma lista e após são exibidos os objetos em miniatura para *download* (SWEETS, 2014).

4.3. Repositório BIMObject®

O *BIMObject*® é uma biblioteca de objetos BIM desenvolvida pela empresa *BIMObject Corporate Headquarters* com sede na Suécia. Os fabricantes usam *BIMObject*® para promover e distribuir seus produtos, permitindo que seus produtos sejam selecionados e utilizados nos projetos promovendo suas vendas conforme Figura 1. Os serviços de marketing e pré-vendas associadas ao portal são canalizados e integrados, através de um software especializado, em aplicações CAD/BIM para criar uma comunicação *business-to-business* em todo o mundo, o repositório oferece *Apps/plugins* e estão disponíveis para SketchUp®, Revit®, ArchiCAD® e AutoCAD® (BIMOBJECT, 2017).

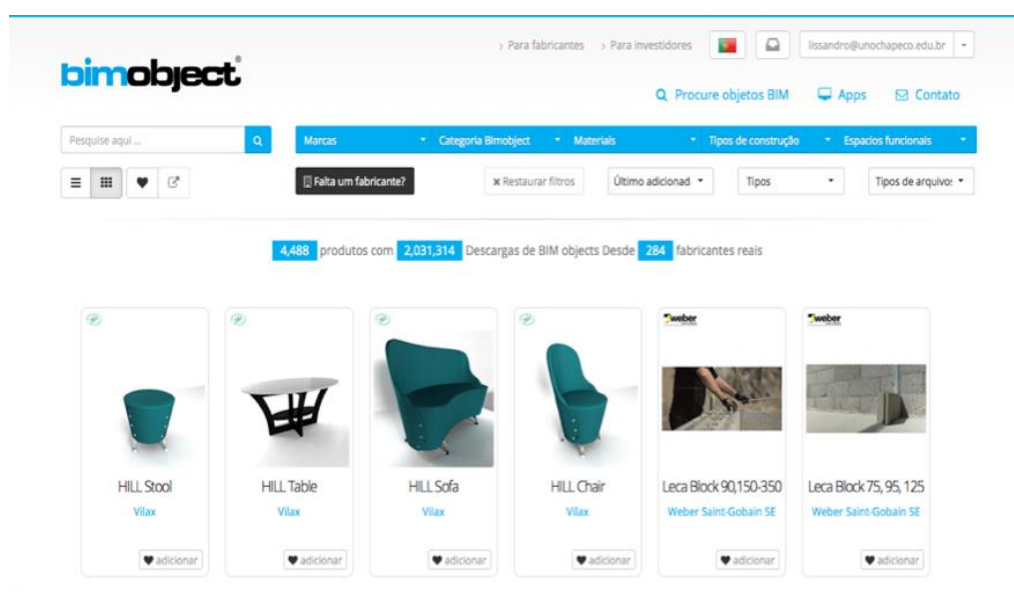


Figura 1: Repositório de objetos do BIMObject®.

4.4. Repositório 7® BIM

O repositório Arcat® BIM oferece uma variedade de ferramentas para utilização na construção. O repositório conta com uma extensa biblioteca com mais de 7000 arquivos CAD, com várias informações, em vários formatos, seu acesso é gratuito. Ao selecionar a opção “portas e janelas” conforme Figura 2 o mesmo apresenta uma nova lista com a quantidade de objetos disponíveis nesta categoria. Uma pequena ilustração é mostrada ao lado do nome do objeto facilitando a escolha. Também é apresentada a extensão dos arquivos que estão disponíveis para download do objeto (ARCAT, 2017).

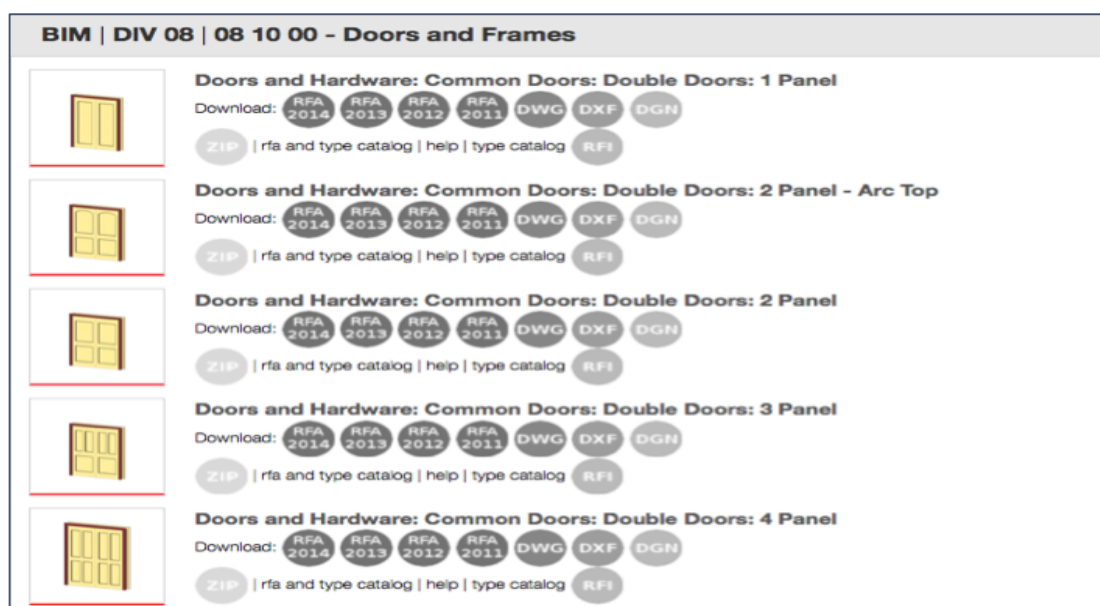


Figura 2: Lista de objetos por categoria “portas e janelas” no repositório do Arcat® BIM

4.5. Repositório Graphisoft®

O repositório da Graphisoft®, hospedado na Hungria, apresenta em sua página principal representada pela Figura 3, uma organização dos objetos de forma visual. Permite a seleção destes objetos por região, no rodapé da página principal são apresentadas palavras chaves que representam uma categorização dos objetos, “abertura”, por exemplo (GRAPHISOFT, 2014).



Figura 3: Visualização inicial dos componentes BIM da Graphisoft®

4.6. Repositório Product Spec®

O objetivo principal do repositório de objetos *Product Spec*® é fornecer uma lista de empresas da construção civil, fornecedores, associações e outros participantes. Informações como produtos, materiais e serviços disponíveis na Nova Zelândia. Outro recurso deste repositório, é um fórum sobre produtos e serviços da construção civil, neste fórum é possível buscar informações, opiniões e conselhos relacionados a arquitetura e construção (PRODUCTSPEC, 2014).

4.7 Repositório Form Fonts®

O repositório Form Fonts® é uma assinatura mensal voltada para arquitetos, designers de interiores, ilustradores, agências produtoras de comerciais de tv e cinema. Este repositório fornece objetos para os softwares: Trimble®, SketchUp®; Autodesk®, 3ds Max®, Autocad® e Revit®. O repositório oferece a seus assinantes sempre novos objetos e o assinante pode solicitar objetos novos sem custo adicional. Para o desenvolvimento deste objeto adicional é utilizado o critério de demandas dos assinantes (FORMFONTS, 2014).

4.8 Repositório Tigre® BIM

O repositório de objetos da Tigre® foi desenvolvido para um acesso gratuito, possibilidade de download de seus objetos para projetos hidráulicos. O mesmo possui um plug-in para os softwares AutoCAD® e Revit® da Autodesk. Com o plug-in é possível visualizar um projeto em 2D e 3D e criar projeções isométricas. Além de conferência ao sistema hidráulico predial com as normas segundo a norma brasileira. Informa se o projeto está de acordo ou não com os valores de pressão mínima, máxima e diâmetro (TIGRE, 2011).

4.9 Repositório Deca® BIM

O repositório de objetos Deca®, foi desenvolvido inicialmente com um plug-in para o software Autodesk Revit®. A Deca foi um dos primeiros repositórios do Brasil a oferecer objetos de louças e metais. O repositório apresenta os objetos da linha de produtos Deca com grande detalhamento e informações. Ao inserir um objeto Deca® em um projeto Autodesk Revit®, o mesmo apresenta informações de quais produtos relacionados são necessários para instalação do mesmo. A organização para busca dos objetos estão agrupados por categorias, ao selecionar uma categoria “banho” por exemplo, o repositório apresenta as linhas de fabricação Deca® para download dos objetos (DECA, 2013).

5. Os objetos e o conteúdo das informações presentes no modelo BIM

O *Level of Development* (LOD), ou em português Nível de Desenvolvimento, é um critério desenvolvido pela AIA (*American Institute of Architects*) que define o grau de maturidade e integralidade de um projeto em BIM nas diferentes etapas (FERREIRA, 2015). O nível de desenvolvimento (LOD) permite que profissionais da indústria AEC obtenham um alto nível de clareza do conteúdo e confiabilidade das informações dos modelos construtivos em projetos (BIM) durante todos os estágios do projeto. Ele define e ilustra as características de elementos de objetos de diferentes sistemas construtivos em diferentes níveis de desenvolvimento. Esta articulação clara permite que os projetistas ao utilizar um objeto consigam compreender claramente a forma de utilização e as limitações do mesmo. O objetivo da especificação dos níveis LOD é padronizar o seu uso para que se torne mais útil como uma ferramenta de comunicação (BIMFORUM,2014). O modelo conceitual está disponível em um documento desenvolvido pela AIA (*American Institute of Architects*) (AIA, 2013).

O nível de desenvolvimento definido por Manzione (2013), descreve o grau de completude para o qual um elemento do modelo é desenvolvido. Os níveis de desenvolvimento são representados em uma escala que varia em cinco graus, correspondendo a um detalhamento que vai ocorrendo progressivamente ao longo do projeto: 100 (fase conceitual), 200 (geometria aproximada), 300 (geometria precisa), 400 (execução ou fabricação) e 500 (obra concluída). Essa escala prevendo a possibilidade futura da criação de níveis intermediários (BIMFORUM,2013). Esta classificação está representada nos níveis abaixo:

LOD 100 – O elemento pode ser representado no modelo com um símbolo ou outra representação genérica. As informações referentes ao elemento podem derivar de outros elementos presentes no modelo;

LOD 200 – Este é um modelo ligeiramente mais desenvolvido e é representado graficamente como um sistema genérico, objeto ou conjunto. As suas especificações em termos de quantidades, tamanho, forma, localização e orientação não são minuciosas;

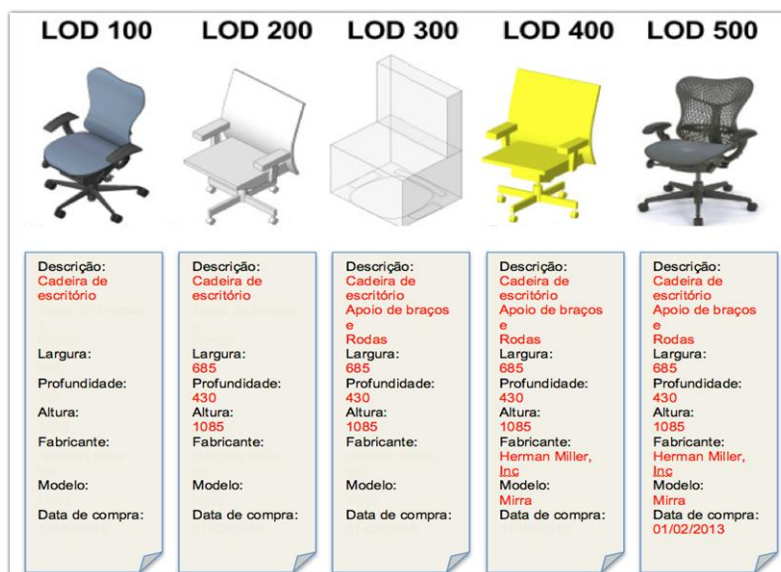
LOD 300 – O elemento é representado como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidades, tamanho, forma, localização e orientação;

LOD 350 – O elemento é representado como um sistema específico, objeto ou conjunto em termos de quantidades, tamanho, forma, localização e orientação, tal como no nível anterior, acrescentando-se a interface com os outros sistemas do modelo;

LOD 400 – O elemento é representado graficamente como no LOD 350 mas com detalhes ao nível da fabricação, montagem, instalação e informação;

LOD 500 – Todos os elementos e sistemas do modelo são representados de acordo com a construção, até ao mais ínfimo detalhe. Pode ser considerada como a representação “as built” da construção.

A Figura 4 representa o nível LOD do objeto cadeira de escritório, com a completude de informações a cada evolução.



Fonte: Adaptado de PRATICALBIM, 2013

Figura 4: Nível de desenvolvimento LOD do objeto cadeira

6. Comparativo dos recursos existentes em repositórios de objetos BIM

É possível identificar pela Figura 5, que a maioria destes repositórios oferece um acesso totalmente gratuito, ou pelo menos uma versão com limitação de recursos de forma gratuita. Os recursos de busca e filtros dos objetos seguem uma certa tendência. Possibilidade de procura por nome de produtos, categorias e subcategorias e por fabricantes. Porém o que chama mais atenção é que somente um dos repositórios apresenta o *download* nativo em um formato interoperável de extensão *ifc*.

O detalhamento de informações dos objetos presentes nestes repositórios são visuais. Com isto geralmente é necessário realizar o download do objeto, abrir em uma ferramenta CAD, acessar suas propriedades e identificar níveis de detalhe. Como exemplificação, os detalhes de seu funcionamento ou materiais empregado no objeto. Isto pode ser uma dificuldade de uso, pela necessidade de repetir este processo algumas vezes até encontrar um objeto que atenda as características que se procura.

Na figura 5 é possível se realizar uma análise entre os diversos repositórios apresentados nesta pesquisa, e quais as facilidades que apresentam, desde a busca por fabricante, produto, subcategoria, o nível de desenvolvimento LOD, extensão *ifc*, dentre outros.

A maioria dos repositórios possuem produtos genéricos com objetos de vários fabricantes. O ideal que um número maior de fabricantes, passe a ofertar seus produtos em formatos de objetos BIM, ou seja, um padrão interoperável - *ifc*.

Chama atenção na análise dos recursos, a facilidade de busca e a classificação por objetos e por fabricante, também destaca-se a gratuidade em todos os repositórios, constituindo-se esta uma tendência, pois ao fabricante pode ser um diferencial competitivo ter seu produto oferecido nestes ambientes.

Há muito se espera que o setor tenha uma organização ao ponto de obter objetos que já contenham um conjunto de informações que facilitarão a extração de forma automatizada de orçamentos, de memoriais descritivos, ou até que facilitarão uma organização da produção dentro do que se espera de uma indústria com processos automatizados (o que tem se convencionado de Indústria 4.0) também para a construção civil. O princípio para se alcançar esta condição tem seu início na modelagem BIM.

Pode-se considerar que haverá nos próximos anos um possível crescimento do uso de objetos BIM, que terá sucesso caso a indústria incorpore as informações dos objetos em sua linha de produção, gerando as informações necessárias para automatização da execução de nossas obras e edificações.

8. Referências

- ARCAT, *Repositório Arcat*. 2014. Disponível em: <<http://www.arcat.com/>>. Acesso em: 03 ago. 2017.
- BIMOBJECT, *Repositório BIM Object*. 2014. Disponível em: <<http://info.bimobject.com/bimobject-cloud>>. Acesso em: 03 ago. 2017.
- BIMFORUMBRAZIL, *2D - 3D - 4D - 5D - 6D - 7D - No passado (não muito distante), BIM era assim*. 2013. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/groups/2D-3D-4D-5D-6D-3736307.S.217164009>>. Acesso em 12 out. 2016.
- BUILDINGSMART, *BuildingSMART International Ltd*. 2014. Disponível em: <http://www.buildingsmart-tech.org>>. Acesso em: 11 set. 2017.
- BLUMENSCHNEIDER, Raquel Naves. 2004. *Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção*. Brasília, 2004. 44 f. Tese (Livre Docência: Política e Gestão Ambiental), Universidade de Brasília, Brasília.
- DECA. *Deca lança sua Biblioteca BIM*. 2013. Disponível em: <<http://autocad-revit-arquitetura.typepad.com/revitplus/2013/03/deca-lanca-sua-biblioteca-bim.html>>. Acesso em: 14 fev. 2015.
- EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. 2014. *Manual de BIM: Um guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores*. Porto Alegre: Bookman.
- FERREIRA, Bruno Miguel Lourenço. 2015. *Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação*. Porto. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/images/Tese_Bruno_ML_Ferreira.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2015.
- FORMFONTES, *Repositório Form Fontes*. 2014. Disponível em: <<http://www.formfonts.com/>>. Acesso em: 19 ago. 2015.
- GRAPHISOFT, *Repositório Graphisoft*. 2014. Disponível em: <https://bimcomponents.com/?_ga=1.215536919.1817125737.1398117011>. Acesso em: 14 ago. 2016.
- ISATTO, Eduardo Luis. 2007. Gestão & Tecnologia de Projetos. In: Encontro Nacional de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 3., Porto Alegre.

- MANZIONE, Leonardo. 2013. *Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM*. São Paulo, 2013. 322f. Tese (Livre Docência: Tecnologia de Processos Construtivos) - Escola Politécnica, USP, São Paulo.
- NBS, *NBS National BIM Library*. 2014. Disponível em: <<http://www.nationalbimlibrary.com>>. Acesso em: 21 jul. 2017.
- NEVES, Flávia Vancim. 2010. Modelo de requisitos e componentes técnicos para a formação e gerência de redes de cooperação entre empresas da construção civil, *Gestão & Produção*, São Carlos - SP, v. 17, n. 1, p. 195.
- OLIVEIRA, Ludmila Cabizuca Carvalho Ferreira de. 2011. *Características e particularidades das ferramentas BIM: Reflexos da implantação recente em escritórios de arquitetura*. Florianópolis, 234 f. Tese, UFSC, Florianópolis.
- PATACAS, João Luís Mendes da Luz. 2012. *Metodologia para suporte de processos colaborativos na indústria da construção baseada em interoperabilidade e BIM*, Lisboa, 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- PRATICALBIM. *O que é exatamente Nível de Desenvolvimento*. 2013. Disponível em: <<http://practicalbim.blogspot.com.br/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>>. Acesso em: 20 nov. 2014.
- PRODUCTSPEC, *Product Spect*. 2014. Disponível em: <<http://www.productspec.net/>>. Acesso em 19 ago. 2015.
- ROCHA, Ana Paula. 2011. Por dentro do BIM. *Téchne*, São Paulo, V. 169, p.1-3, mar. 20. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/168/por-dentro-do-bim-em-fase-de-teste-em-287822-1.aspx>>. Acesso em: 05 set. 2017.
- SWEETS, *Repositório Sweets*. 2014. Disponível em: <<http://sweets.construction.com/quickLinks/building-information-modeling-bim>>. Acesso em: 31 jul. 2017.
- SUCCAR, Bilal. 2009. Building Information Modeling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, Australia, v. 18, n. 3, p. 357-375.
- TIGRE. *Tigre Investe no BIM*. 2011. Disponível em: <http://www.tigre.com.br/pt/noticias.php?p=2&r_id=53&ntc_id=975>. Acesso em: 02 mai. 2016.