

MARCELE ARIANE LOPES GARBINI E DOUGLAS QUEIROZ BRANDÃO

Implantação da tecnologia BIM analisada em quatro escritórios de arquitetura

Analysis on introducing BIM technology in four architectural offices

Marcele Ariane Lopes Garbini é Arquiteta da Método Engenharia S.A., Mestre em Engenharia de Edificações e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e Pesquisadora do Grupo Multidisciplinar de Estudos da Habitação – GHA (UFMT).

E-mail: marcelearq@hotmail.com

Douglas Queiroz Brandão é Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental (PPGEEA). Pesquisador-líder do Grupo Multidisciplinar de Estudos da Habitação – GHA (UFMT).

E-mail: dbrandao@ufmt.br

Resumo

Este trabalho trata do processo de projeto utilizando a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) em escritórios de arquitetura. O conceito de BIM surgiu há mais de 30 anos, no entanto vem sendo divulgado com maior abrangência no mercado da construção civil apenas nos últimos dez anos. As vantagens de sua utilização são visíveis em projetos que foram desenvolvidos com esta tecnologia, considerando o aumento na rapidez do desenvolvimento e na qualidade, dentre outros benefícios. O objetivo desta pesquisa foi observar a implantação da BIM em escritórios de arquitetura, levantando os problemas e as dificuldades encontradas. Fundamenta-se metodologicamente em estudos de casos múltiplos, interpretados qualitativamente e realizados em escritórios nas cidades de Cuiabá, São Paulo e Goiânia, perfazendo quatro empresas. Na fase de preparação foi elaborado um protocolo de pesquisa com questões para a coleta de dados nos escritórios. A condução dos estudos foi de ordem exploratória, por meio de documentos, entrevistas e observação direta. Nas entrevistas foram obtidos dados de caracterização da empresa e dados sobre o desenvolvimento dos projetos: planejamento para implantação da tecnologia BIM; tecnologia da informação; processo de projeto e procedimentos de trabalho. Realizou-se, então, uma análise comparativa destas informações, em que ficaram claras as mudanças ocorridas nos processos de projeto, nos procedimentos de trabalho e na capacitação da equipe técnica dos escritórios.

Palavras chave: *Building Information Modeling*. Escritórios de Arquitetura. Processo de projeto. Qualidade de projeto.

Abstract

This paper deals with the design process using BIM (Building Information Modeling) which is proposed to benefit architectural offices. The concept of BIM has been around for over 30 years, but it has been released more comprehensive in construction market just in the last ten years. The advantages of its use are visible in projects which were developed using this technology, considering the indisputable increase in the speed and quality of design and other benefits described in this work. Thus, the aim of this work is to verify how the architectural firms are migrating to BIM technology listing the main problems, difficulties and barriers to this implementation. This research was conducted on multiple case studies methodology applied to four architectural offices located in the cities of Cuiabá, Goiânia and São Paulo, resulting in a comprehensive number of qualitative data. In preparing the study a research protocol issues for data collection was designed and the conduct of the case studies followed an exploratory order through documentation work, interviews and direct observation in the offices. The steps for the interview were prepared in accordance with information about the company, the development of projects, the planning for implementation of BIM, the information technology used, the design process adopted and the work procedures. After validation a comparative analysis of the whole information was performed and it was possible to identify significant changes in the design processes, in the work procedures and in training the technical staff of the offices, in the four cases studied.

Key words: Architectural offices. *Building Information Modeling*. Design process. Design quality.

Introdução

A despeito dos problemas de construção, falhas e patologias originados ainda pela ausência de maiores cuidados com o projeto, em suas várias dimensões, verifica-se que a comunidade da construção passou a se conscientizar mais sobre a importância da melhoria do processo de projeto.

As dimensões da qualidade do projeto apresentam-se organizadas por Fabrício, OrNSTEIN e Melhado (2010), sendo a qualidade da gestão do processo de projeto uma das oito dimensões classificadas. O trabalho desses autores sintetiza a totalidade de conceitos de qualidade no projeto de edifícios.

Ayres (2009) explica que o processo de projeto é, essencialmente, uma sequência de aprimoramentos em um conjunto de informações a ser transmitido para as fases subsequentes. Mesmo pequenos projetos na indústria da construção produzem uma enorme quantidade de informações e, por isso, os benefícios do uso de tecnologias da informação (TI) são muitos.

Um bom processo de projeto, conduzido com o auxílio de ferramentas de tecnologia de informação adequadas, é o pilar fundamental para a qualidade dos processos de construção e dos edifícios resultantes (MOUM, 2006).

O advento da tecnologia BIM

Building Information Modeling (BIM) é, conforme Eastman et al. (2008, p.13), “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”. Este conceito envolve as tecnologias e os processos que devem ser utilizados na produção, na comunicação e nas análises dos modelos de construção.

De acordo com Andrade e Ruschel (2009a, 2009b), a utilização de uma prática baseada em BIM pode ter um papel decisivo na melhoria das fases do projeto, auxiliando na geração de propostas coerentes com as solicitações dos clientes, na integração dos projetos, entre si e com a construção, e na redução do tempo e do custo da construção. Em síntese, BIM constitui uma prática de projeto integrada e colaborativa na qual os envolvidos no processo convergem suas habilidades para elaboração de um modelo único.

São três os aspectos fundamentais da tecnologia BIM: a modelagem paramétrica para desenvolvimento deste “modelo único”; a interoperabilidade para integração e colaboração e troca de informações dos envolvidos e a possibilidade de gestão e avaliação do projeto em todo o seu ciclo de vida. Essa capacidade de gestão e avaliação dos vários aspectos do empreendimento permite, por meio de tecnologia, tratar do projeto verdadeiramente como multidimensional (RUSCHEL et al., 2010).

O uso do modelo virtual baseado em BIM como único repositório de informações do projeto, onde diversas entradas – feitas por diferentes especialidades e projetistas – são automaticamente traduzidas em múltiplas saídas como documentos de planilhas, desenhos técnicos e dados para a construção digital, proporciona o que se denomina “modelo único” – da concepção à produção (OLIVEIRA, 2011).

Ruschel et al. (2010) explicam que entre as possibilidades apresentadas pela BIM, as de grande interesse são as interações entre a tecnologia e o processo de projeto. Entre elas, a principal é a mudança das formas de aquisição do conhecimento no processo

de projeto, ou seja, no processo particular de solução de problemas. Segundo esses autores, a tecnologia BIM não se resume a uma forma de representação posterior às atividades de criação ou síntese, mas se configura como uma tecnologia que modifica a própria forma de desenvolver a dinâmica do projetar.

Como consequência do início da difusão da tecnologia BIM no Brasil existe a necessidade de formalizar e desenvolver conhecimentos sobre este tema. Além disso, de acordo com Koskela et al. (2011), a implementação da BIM não é considerada tão somente uma simples inovação tecnológica, mais que isso, trata-se de mudanças no ambiente sociocultural da indústria da construção civil.

Mudanças no processo de projeto

Fabrizio, Melhado e Grilo (2002) explicam que, com a crescente informatização dos escritórios de projeto, verifica-se uma tendência, ou ao menos uma possibilidade, de estender as simulações mais adiantadas do processo de projeto, envolvendo cálculos e maquetes eletrônicas que podem, com o auxílio do computador, ser realizados de forma mais rápida e menos onerosa. Os mesmos autores comentam, ainda, que essa mudança denota novas possibilidades no processo de projeto que permitem separar parte das habilidades projetuais ligadas à intuição para a simulação de possibilidades e análises comparativas dos desdobramentos de cada uma.

Tzortzopoulos (1999), cujo trabalho apresenta uma proposta de organização detalhada de todo o processo, defende que a sistematização do desenvolvimento das atividades de projeto, bem como das informações necessárias em cada fase, são fatores essenciais para a melhoria do processo como um todo. Com o advento da tecnologia BIM este raciocínio se mantém e se reforça, exigindo, porém, novos modelos que orientem o processo como um todo.

A mudança no processo de projetar por meio da tecnologia BIM é significativa e se reflete diretamente nos escritórios de arquitetura, uma vez que estes iniciam o processo e, em muitos casos, mediam e coordenam as demais especialidades. Assim, a problemática desta investigação está relacionada à demonstração da importância do processo de projeto por meio da tecnologia BIM, mais precisamente no planejamento e implantação desta tecnologia nos escritórios de projeto de arquitetura.

Objetivo do estudo

Foram levantadas as aplicações dessa nova tecnologia em quatro escritórios de projeto de arquitetura, sediados em três capitais brasileiras. Com base no conhecimento do processo de projeto convencional, já bem organizados nas décadas de 1990 e 2000, em trabalhos como o de Melhado (2005), dentre outros, foram levantados e analisados os problemas e dificuldades para implantação da BIM nos escritórios estudados, objetivo do presente artigo.

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal de Mato Grosso, como atividade integrante do curso de mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental. Os autores fazem parte do Grupo Multidisciplinar de Estudos da Habitação (GHA).

Implantação da tecnologia BIM

De acordo com Andrade e Ruschel (2009b), muitas instituições internacionais e governos têm investido nos últimos anos em pesquisas sobre BIM. Entre as organizações internacionais podem ser citadas: *Building Smart*, *National Institute of Building Sciences*, *Associated General Contractors of America (AGC)*, *General Service Administration (GSA)* e *Innovation in Building and Construction (CIB)*, entre outras.

Segundo os mesmos autores, em alguns países, órgãos governamentais têm incentivado o uso maciço da tecnologia BIM, seja por meio de investimentos em agências de pesquisa, seja por regulamentações para a construção ou discussões sobre o uso da tecnologia BIM.

De acordo com relatório *McGraw-Hill Construction*, associação americana que realiza pesquisa sobre a adoção da BIM pelos profissionais, em 2009, 49% dos entrevistados estava usando ferramentas BIM. A passagem para a tecnologia BIM é recente, pois 2/3 dos usuários a tinham adotado nos últimos três anos. Outro dado importante é que, em 2007, ano da última pesquisa, 14% dos usuários se consideravam em nível avançado de aprendizagem, e esse número cresceu em 2009 para 42%, um índice três vezes maior.

Guias de implantação

No exterior, para direcionar os profissionais, existem vários guias ou manuais de implantação elaborados por associações da construção, universidades e órgãos do governo. É evidente que não conseguem atender às demandas específicas de cada projeto, ou de cada empresa, mas ajudam a preparar os profissionais, mostrando quais os caminhos necessários para a eficiente implantação da tecnologia BIM em seus escritórios. Normalmente iniciam pela transformação organizacional dos escritórios indo até a forma de elaborar o projeto.

A maioria destes guias foi elaborada nos Estados Unidos, país em que a BIM encontra-se em estágio mais avançado. É importante destacar os guias da Autodesk, da Associação dos Empreiteiros dos EUA (AGC), da Associação da Indústria da Construção do Reino Unido (AEC UK) e o guia da Universidade da Pensilvânia em parceria com o *Building Smart Alliance*, órgão encarregado de desenvolver o Padrão Nacional BIM nos EUA.

A Autodesk é uma empresa de software de projeto e de conteúdo digital. Desde 1982 desenvolve tecnologias 2D e 3D, que possibilitam aos usuários ver, simular e analisar o desempenho de suas ideias sob condições realistas mais cedo no processo de projeto.

O plano de implantação BIM da Autodesk é dividido em dois capítulos, sendo o primeiro destinado à organização da empresa para a implantação da tecnologia BIM e o segundo destinado à organização do projeto (Figura 1).

Figura 1

Planejamento para
implantação da tecnologia
BIM em escritórios.

Fonte: Adaptado Autodesk.



A Associação Geral dos Empreiteiros dos EUA (AGC) é a principal associação americana de construção. O objetivo do guia da AGC é explicar aos empreiteiros sobre a tecnologia BIM, incluindo seus benefícios, ferramentas e aplicativos (Figura 2). O conteúdo está organizado em cinco tópicos principais, conforme abaixo:

Figura 2

Planejamento para
implantação da tecnologia
BIM.

Fonte: Adaptado GSA
Contractors.



O guia da AGC aborda as questões econômicas, enfatizando os benefícios alcançados com a BIM, incluindo melhorias de produtividade, menores custos, menos erros de construção, aumentando a competitividade da empresa, compensando os custos de implantação em pouco tempo. Além de discutir aspectos mais amplos da BIM, este guia ainda fornece várias orientações e sugestões concretas sobre como começar a trabalhar com essa tecnologia, incluindo: como configurar a equipe, o início do projeto, quais ferramentas necessárias, custos de software e hardware.

Outro guia importante é o da Associação da Indústria da Construção do Reino Unido (AEC UK), associação que foi criada em 2000, inicialmente para melhorar o processo de gestão da informação, produção e troca de arquivos na construção civil. Em 2009, novos membros e consultorias resolveram abordar o tema BIM, diante da necessidade crescente dentro da indústria da construção no Reino Unido, colaborando para um sistema unificado. Esse guia faz parte de um trabalho de padronização BIM no Reino Unido.

Esse manual tem sua importância, pois descreve todos os detalhes da implantação, mais direcionada ao software da Autodesk, já direcionando o planejamento para quem vai adotar o *software Revit®*, criando as padronizações de trabalho, de arquivos, de trocas de arquivos e padrões de organizações de nomes em diversos locais, mantendo uma padronização eficiente.

E o quarto guia a ser destacado é o que resultou da parceria da Penn State – Universidade da Pensilvânia com o *Building Smart Alliance*, órgão encarregado de desenvolver o Padrão Nacional BIM nos EUA. Para implantar a tecnologia BIM, segundo este guia, é preciso que a equipe de projeto execute um planejamento de forma abrangente e detalhado. O Plano de Execução de Projeto BIM deve garantir que todas as partes do projeto estejam cientes das oportunidades e responsabilidades relacionadas com a implantação da BIM no projeto. Esse planejamento deve definir os usos adequados para o projeto BIM (autoria do projeto, estimativa de custos, coordenação do projeto). Assim que o plano é criado, a equipe pode acompanhar e monitorar seu progresso e conseguir o máximo de benefícios com a implantação da nova tecnologia.

O guia proporciona um processo estruturado, dividido em quatro etapas:

- Identificar valor BIM, durante o projeto, planejamento, construção e fases operacionais.
- Criar mapas de processo de projeto para executar o projeto em BIM.
- Definir como será feita a entrega do projeto e o intercâmbio de informações.
- Desenvolver uma infraestrutura de como serão realizados os contratos, procedimentos de comunicação, tecnologia e controle de qualidade da implantação da tecnologia.

Um dos passos mais importantes no processo de planejamento é definir claramente o valor potencial da BIM sobre o projeto e para os membros da equipe. Isso é realizado por meio da definição das metas globais para a implantação da BIM.

Implantação no Brasil

O processo de implantação da BIM no Brasil está em desenvolvimento e ainda precisa de melhorias para que possa de fato proporcionar avanços à construção civil brasileira. Segundo Covelo (2011), existe um atraso de 15 anos em relação aos países desenvolvidos quanto a tomar conhecimento, saber o que é integrar a cadeia produtiva, capacitar profissionais e trabalhar pela implantação. Dentro dessa realidade, ainda existe o desafio de capacitar projetistas para o novo trabalho, e, em alguns casos, vencer resistências culturais, principalmente dos profissionais que estão a mais tempo acostumados a trabalhar com tecnologias mais antigas, como o Autocad.

Ainda é preciso investir em softwares que gerenciam as diferentes etapas da obra e em equipamentos mais potentes que os utilizados atualmente nos escritórios de projeto, pelos quais nem todos estão dispostos a pagar. Além disso, outro problema é apontado pelas empresas: não existem bibliotecas virtuais para a aquisição de itens prontos que são utilizados nas modelagens. Em outros países, como nos EUA, onde a tecnologia já é mais difundida, é possível adquirir todas as especificações de peças sanitárias, componentes elétricos, enquanto que no Brasil ainda é preciso fazer a modelagem desses itens.

Outra questão importante a ser resolvida é a forma como se relacionam as áreas de projetos, planejamento, orçamento e canteiro. Hoje os processos acontecem de forma sequencial, e quando um escritório trabalha com a BIM, passa a fazer todo esse processo simultaneamente (COVELO, 2011). Como a BIM é uma simulação da realidade e essa simulação acontece do ponto de vista físico, de projeto, de custo e de prazo, tudo acontece ao mesmo tempo, comenta ainda o mesmo autor.

Segundo Eastman et al. (2008), no processo convencional, a carga de trabalho dos arquitetos seria menor nos estudos preliminares e aumentaria conforme o projeto se

aproxima do executivo. Na BIM a curva se inverte, as decisões são antecipadas e uma carga maior de trabalho é deslocada para o anteprojeto (Figura 3).

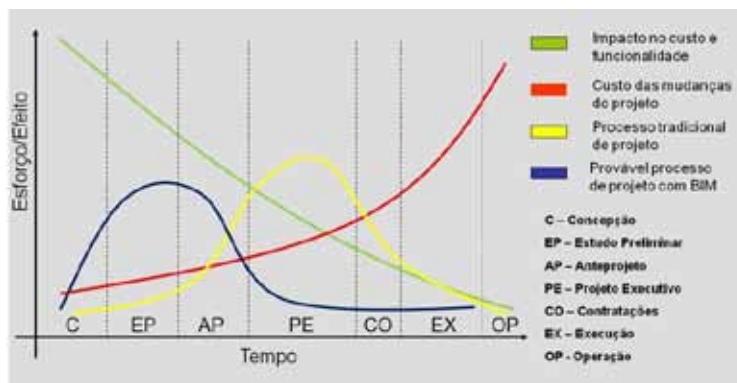
De acordo com Reis (2011), essa mudança faz com que algumas informações técnicas precisem ser definidas em etapas anteriores ao usual. Alguns escritórios têm recorrido ao auxílio de consultores de diferentes áreas para suprir a defasagem no fluxo de informações. Segundo este mesmo autor, o projeto deve ser desenvolvido em BIM desde os estudos preliminares, pois o modelo 3D permite fazer testes e simulações, além de fornecer informação mais precisas para o embasamento das decisões iniciais, no entanto, mesmo as poucas construtoras que já trabalham com a BIM ainda não o fazem de forma plena. Na prática, a integração entre projetos, orçamentos, planejamentos e obra ainda não está completa, e o mercado deve levar algum tempo para evoluir nesse sentido.

Soibelman (2011) diz que a implantação requer uma definição clara das necessidades de cada incorporadora, pois o objetivo da BIM é melhorar o processo de como a empresa gerencia suas obras, e isso depende dos objetivos da empresa. O mesmo autor explica ainda que apesar das incontáveis possibilidades abertas pela BIM, a receita da implantação não é única em cada companhia. A empresa tem que, primeiro, encontrar um objetivo, decidir o que é importante para ela, e a partir disto definir um conjunto de softwares que irão implantar essa visão.

Figura 3

Implantação BIM.

Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2008).



Perspectivas para a BIM

O sucesso na aplicação de novas tecnologias baseadas em BIM no desenvolvimento do produto devem levar em conta fatores humanos e organizacionais, e “deixar de considerar qualquer destes fatores durante a implementação da modelagem resulta em um investimento que gera baixo retorno ou até prejuízo” (AYRES, 2009).

Kymmell (2008) afirma que a indústria da construção só irá evoluir em direção ao BIM de forma mais concreta quando se tornar necessário, seja por exigência do contratante ou pela competição entre os projetistas e construtores, que levará à implantação como forma de manter sua sobrevivência no mercado.

No entanto, somente a introdução de novos softwares não será isoladamente capaz de produzir efetivas mudanças nos processos da indústria da construção. Torna-se necessária uma abordagem colaborativa de todos os envolvidos na cadeia, a partir da integração dos agentes envolvidos no planejamento, projeto, construção e fornecimento, em busca de uma adoção mais generalizada, visando maior aproveitamento das possibilidades oferecidas pelo BIM (KYMMEL, 2008).

A situação ideal para a definição dos elementos de projeto, por exemplo, seria que os fornecedores disponibilizassem seus catálogos num formato neutro, de forma que fosse possível baixar os objetos da internet com todas as especificações, incluindo-os diretamente no projeto. Com a disponibilidade dos componentes pelos fabricantes, seria possível reduzir o tempo gasto pelos projetistas com a modelagem, permitindo a inserção de objetos mais detalhados e alinhados aos produtos efetivamente disponíveis no mercado.

Além disso, afirmam Leusin, Souza e Lyrio (2009) que os fabricantes seriam responsáveis pela consistência das informações fornecidas, as quais poderiam ser atualizadas constantemente.

Outra grande tendência, com a expansão do uso da BIM, é o surgimento de novos softwares complementares ligados à estrutura, instalações prediais, planejamento da construção, estimativas de custo e análises diversas, que poderão se comunicar com o modelo arquitetônico, tomando-o como referência para realizar uma tarefa específica (LEUSIN; SOUZA; LYRIO, 2009).

Pesquisa realizada em quatro escritórios de arquitetura

Características das empresas selecionadas

Realizou-se a pesquisa em quatro escritórios de arquitetura: dois deles sediados em São Paulo, um em Cuiabá e outro em Goiânia, conforme destacado no Quadro 1.

Quadro 1

Escritórios de arquitetura e sua localização, roteiro de aplicação e data da pesquisa.

Fonte: Garbini (2012).

Escritório	Cidade	Roteiro de aplicação da pesquisa	Mês/Ano
A	Cuiabá	Primeiras questões. Elaboração de entrevista semiestruturada, presencial.	11/2011
B	São Paulo	Aplicação de entrevista semiestruturada, presencial.	12/2011
C	Goiânia	Aplicação de entrevista semiestruturada, via web.	02/2012
D	São Paulo	Aplicação de entrevista semiestruturada, via web.	02/2012

Nos casos A e B os questionários utilizados e as observações puderam ser realizados de forma presencial, enquanto que nos casos C e D a coleta de informações foi feita via *web*. Além disso, no caso A (que também serviu de estudo-piloto) foi possibilitada a presença do primeiro autor deste artigo nas atividades de projeto, no formato de pesquisa participante.

A empresa A é um escritório de projetos de arquitetura de médio porte e está em fase de implantação da BIM. Apresentou vantagem em relação às demais, pois teve assessoria de uma empresa especialista na área que contribuiu com muitas informações para a equipe de projetos.

A empresa B, também de grande porte, encontra-se em estágio avançado, com processo consolidado e planejamentos definidos. Este escritório demonstrou que é possível, por meio de um bom plano, conseguir alcançar a eficiência em projetos desenvolvidos com a tecnologia BIM, apesar das dificuldades encontradas no início.

A empresa C, um escritório de pequeno porte, representa grande parte dos escritórios de arquitetura brasileiros, em que o arquiteto é proprietário do escritório e também quem desenvolve todos os projetos, com auxílio de estagiários. Esse tipo de escritório

tende a encontrar mais dificuldades, pois não está preparado financeiramente para investir em novas tecnologias, equipamentos e treinamentos. No entanto, a empresa C demonstrou que é possível conseguir informações e avançar na utilização da tecnologia BIM em projetos de arquitetura.

A empresa D é um escritório de arquitetura de grande porte que tem conseguido grandes resultados em seus projetos. Possui uma equipe técnica específica para desenvolver projetos utilizando BIM. Isto permite obter um rápido retorno em termos de resultados, uma vez que os profissionais foram qualificados e receberam treinamento.

Método de abordagem

Nesta investigação foi adotada a metodologia de estudo de casos múltiplos, o qual, para Yin (1994) é o tipo mais convincente e sólido. Para escolher o número de casos necessário, o pesquisador deve refletir sobre o número de replicações de caso que gostaria de ter no estudo. Ter mais de dois casos pode produzir um efeito ainda mais forte do que estudar apenas um caso.

A utilização de casos múltiplos deve seguir uma lógica de replicação, e não de amostragem. Os casos devem funcionar de uma maneira semelhante aos experimentos múltiplos, com resultados similares ou contraditórios previstos explicitamente no princípio da investigação. Em resumo, a justificativa para casos múltiplos deriva diretamente de seu entendimento de repetições literal e teórica (YIN, 1994).

Instrumentos e questões para orientação da pesquisa

As questões que orientaram o levantamento em cada escritório (Quadro 2) permitiram identificar como foi realizada a implantação da tecnologia BIM, quais as dificuldades encontradas, as mudanças no processo de projeto e a padronização dos processos de desenvolvimento de projetos.

A pesquisa preliminar realizada na empresa A foi definida como a primeira etapa para o estabelecimento de critérios de seleção dos outros estudos de caso. Assim, os procedimentos utilizados para a coleta de dados, estruturação, descrição das informações e análise deste trabalho deram suporte para a realização das pesquisas nos demais estudos de caso.

Foram abordadas questões sobre a implantação da tecnologia BIM: como foi realizado o planejamento inicial, como aconteceram os treinamentos e como foram definidos os padrões de trabalho. Foram, portanto, abordadas questões relacionadas aos dados da tecnologia de informação existente, sobre o plano de aquisições de novos computadores e sobre a real necessidade de máquinas com maior capacidade de armazenamento de arquivos. O Quadro 2 mostra a relação completa de questões que foram utilizadas para guiar as entrevistas e observações nos escritórios estudados.

Como último ponto foram apresentadas as metodologias de trabalho, a dinâmica do desenvolvimento dos projetos com a tecnologia BIM, mapeando o modelo de processo de projeto.

Resultados e análises

A análise qualitativa foi obtida pela compilação dos dados de cada empresa, suas atividades e planejamentos realizados. O Quadro 3 mostra a síntese dos resultados, comparando as quatro empresas.

Quadro 2

Questões para orientação das entrevistas e observações nos escritórios.

Fonte: Garbini (2012)

Assunto	Questões
Instrumentos para o planejamento da empresa (missão, objetivos e expectativas com a implantação da BIM)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Quais os objetivos principais da empresa para adotar a tecnologia BIM?</i>
Instrumentos para o planejamento da equipe (guias, treinamento e consultorias)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A empresa buscou algum guia para implantar a BIM na empresa?</i> • <i>Como foi definida a equipe a ser treinada?</i> • <i>A empresa mantém a equipe sempre atualizada, buscando novos cursos, palestras e seminários na área?</i>
Dificuldades na implantação	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Como foi a escolha do primeiro projeto a ser desenvolvido em BIM?</i> • <i>Quais foram as maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento deste primeiro projeto?</i>
Software utilizado	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Qual o software utilizado para elaborar os projetos em BIM?</i> • <i>Teve conhecimento inicialmente da necessidade da aquisição de hardwares e softwares?</i>
Etapas do projeto tradicional	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A composição de sua equipe de projeto mudou, após a implantação da BIM?</i> • <i>Como era a sua equipe de projetos antes da Implantação da BIM?</i>
Etapas do projeto BIM	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Com a adoção da tecnologia BIM é preciso maior número de informações do projeto na fase inicial – estudo preliminar?</i>
Qualificação profissional	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Para trabalhar com projetos em BIM foi identificada a necessidade de profissionais com maior nível de qualificação? Por quê?</i>
Padrões (templates ³ e bibliotecas)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Para a utilização nos projetos, foi desenvolvido “template” exclusivo do escritório?</i> • <i>Para a utilização nos projetos, foi desenvolvida biblioteca exclusiva do escritório?</i> • <i>Foi adotado um padrão para nomenclatura das famílias e objetos a serem desenvolvidos?</i>
Dificuldades gerais e perspectivas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Principais barreiras para adoção da tecnologia BIM.</i> • <i>Reflexões sobre as tendências do BIM para o futuro.</i>

(continua)

	INFORMAÇÕES COLETADAS	ESTUDO A	ESTUDO B	ESTUDO C	ESTUDO D
DADOS E ESTRUTURA DA EMPRESA	Ano de fundação	1992	1981	2000	1962
	Localidade	Cuiabá/MT	São Paulo/SP	Goânia/GO	São Paulo/SP
	Serviços mais realizados no escritório	- Projetos de condomínios. - Projetos de urbanismo	- Projetos residenciais - Edifícios comerciais - Edifícios saúde - Projetos de urbanismo	- Projetos residenciais - Edifícios comerciais - Projetos industriais	- Projetos de urbanismo - Edifícios comerciais - Edifícios saúde - Projetos culturais
	Equipe técnica	- 13 arquitetos - 05 estagiários	- 65 arquitetos - 20 arquitetos de interiores - 21 desenhistas - 10 estagiários	- 01 arquiteto - 02 engenheiros civis - 03 estagiários	- 70 arquitetos - 10 estagiários
BIM NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	Coordenador de projetos BIM	Teve assessoria de um coordenador para o projeto desenvolvido durante a pesquisa.	Líder BIM	Não possui	Coordenador BIM
	Definições do plano de modelagem	- Objetivos do modelo - Níveis de detalhe - Etapas a serem desenvolvidas - Classificação dos detalhamentos - Responsáveis pelo modelo - Controle de qualidade	- Objetivos do modelo - Nome do modelo - Conteúdo - Estágio do projeto - Autoria do projeto - Criação do projeto - Níveis de detalhe - Classificação dos detalhamentos	- Fases que serão modeladas. - Níveis de detalhamento - Classificação dos detalhamentos	- Objetivos do modelo. - Forma de entrega do modelo. - Responsáveis pelo modelo. - Procedimentos de comunicação. - Troca de informações. - Níveis de detalhe.
PLANEJAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO BIM	Objetivos para implantação	- Minimizar erros nas modificações de projeto. - Aumentar a rapidez na elaboração dos projetos e qualidade. - Compatibilizar as disciplinas envolvidas no projeto	- Melhorar qualidade do projeto. - Auxiliar nas modificações de projeto. - Automatizar fluxos de trabalho. - Compatibilizar as disciplinas envolvidas no projeto.	- Diminuir prazos de entrega. - Melhorar apresentação dos projetos. - Auxiliar nas modificações de projeto. - Compatibilizar as disciplinas envolvidas no projeto.	- Melhorar qualidade do projeto. - Compatibilizar as disciplinas envolvidas no projeto.
	Guia de implantação	Não possui.	O departamento de tecnologia desenvolveu um guia para o escritório.	Desenvolveu seu próprio guia baseado em informações pesquisadas.	A equipe de tecnologia desenvolveu um guia baseado em informações pesquisadas.
	Treinamento da equipe	- Arquitetos fizeram curso de Revit - Dificuldades em manter-se atualizados.	Arquitetos fizeram curso de Revit. - Encontros semanais para troca de dicas e informações.	- Arquitetos fizeram curso de Archicad. - Dificuldades em manter-se atualizados.	- Arquitetos fizeram curso de Revit. - Treinamento a cada três meses.
	Dificuldades encontradas	- Entender o novo processo de trabalho. - Falta de projetos finalizados para pesquisa. - Falta de <i>template</i> e bibliotecas organizadas.	- Entender o novo processo de trabalho. - Dificuldades com relação ao próprio <i>software</i> .	- Entender o novo processo de trabalho. - Dificuldades com relação ao próprio <i>software</i> .	- Entender novo processo de trabalho. - Dificuldades com relação ao próprio <i>software</i> .
PROCESSO DE PROJETO	Configuração da equipe técnica antes da tecnologia BIM.	- Equipe dispersa, várias pessoas trabalhando no mesmo projeto. - Falta de comunicação com vários erros de projeto.	- Falta de comunicação; - Demora para alteração dos projetos. - Erros de projeto que são observados apenas durante a obra.	- Trabalho lento. - Menor qualidade de acabamento.	- Equipe dispersa com várias falhas durante o desenvolvimento dos projetos. - Falta de comunicação, gerando retrabalhos.
	Configuração da equipe técnica depois da tecnologia BIM	Equipe trabalhando de forma conjunta.	Criação do administrador de modelos que define todos os passos do desenvolvimento do projeto e passa as diretrizes para a equipe técnica.	- A relação com cliente ficou mais clara, através do projeto em 3D. - A equipe desenvolve projeto em menor prazo.	- Equipe trabalhando de forma conjunta. - Foi criada uma equipe de apoio com quatro pessoas para a melhoria contínua dos projetos.
	Exigência de profissionais mais qualificados	Sim. Maior conhecimento de projeto e execução.	Sim. Maior conhecimento técnico.	Sim. Profissionais com estratégias de modelagem.	Sim. Profissionais com conhecimento em novas tecnologias.
PROCEDIMENTOS DE TRABALHO	Desenvolvimento de <i>template</i>	Não	Sim	Sim	Sim
	Desenvolvimento de biblioteca	Não	Sim	Sim	Sim
	Desenvolvimento padrão para os nomes dos arquivos, bibliotecas e famílias.	Não	Sim	Não	Sim
	Planejamento de modelagem	Em processo de estruturação.	Sim. Estudo Preliminar (LOD 100) ⁴ , Anteprojeto (LOD 200) e Executivo (LOD 300).	De acordo com o projeto define-se o que será modelado.	- Fase inicial - Fase de desenvolvimento - Fase de documentos

		(conclusão)			
INFORMAÇÕES COLETADAS		ESTUDO A	ESTUDO B	ESTUDO C	ESTUDO D
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	Software utilizado	Revit	Revit	Archicad	Revit
	Novos equipamentos	Adquiriu novos equipamentos.	Adquiriu novos equipamentos.	Adquiriu novos equipamentos.	Adquiriu novos equipamentos.
PROCEDIMENTOS DE TRABALHO	Barreiras para implantação	-Custo elevado para aquisição de novas máquinas. - Necessidade da criação de uma <i>template</i> . - Falta de incentivo por parte dos arquitetos diretores para capacitar uma equipe BIM. - Dificuldade no uso do <i>software</i> .	- Custo elevado de implantação. - Dificuldade de compreensão do termo BIM por parte dos contratantes.	- Custo elevado para aquisição de novas máquinas.	- Necessidade de alto investimento. - Retirada de todos os envolvidos no projeto das respectivas zonas de conforto.
	Reflexões sobre futuro	- Ferramenta que diminuirá erros de projeto e de obra. - Maior facilidade para realizar compatibilização e gerar tabelas de quantificação.	- Aprimoramento da utilização, popularizando sua utilização. - A nova forma de trabalhar é irreversível, com inúmeras vantagens, aumentando qualidade dos projetos.	- Ferramenta que diminuirá erros de projeto e de obra. - Maior facilidade para realizar compatibilização e gerar tabelas de quantificação.	- Forma de trabalho cada vez mais colaborativa e com novas tecnologias que irão permitir a interatividade entre mais áreas, como a incorporação, vendas, pós-vendas etc.

Quadro 3

Quadro comparativo

Fonte: Garbini (2012).

Os resultados apresentados no Quadro 3 com relação aos quatro escritórios estudados demonstram que o processo de projeto por meio da BIM sofreu mudanças significativas quando comparado ao processo de projeto tradicional. Nas seções seguintes estão sintetizadas estas mudanças.

Estrutura das empresas

As quatro empresas analisadas possuem estruturas diferentes, o que possibilitou identificar que apesar do tamanho do escritório, as dificuldades, objetivos e busca por melhor qualidade dos projetos apresentam algumas semelhanças.

Comparando as quatro empresas, pode-se concluir que os escritórios com mais recursos físicos, financeiro e humano, obtém maior retorno se empregar novas tecnologias em projetos de arquitetura.

Outra conclusão é a de que existe uma barreira cultural que, muitas vezes, acaba sendo mais forte do que a própria condição do escritório em investir em cursos ou equipamentos. Ou seja, os escritórios de arquitetura de pequeno porte precisam entender que qualquer processo novo no início acaba trazendo custos excedentes, mas que isso não impede a evolução no desenvolvimento dos projetos. Assim, o volume de despesas iniciais deve ser tratado como investimento.

Caracterização do processo de projeto tradicional

Com relação ao processo de projeto tradicional, foi identificada a necessidade de apresentar essas informações uma vez que os escritórios ainda utilizam o processo de projeto tradicional como base para realizar as mudanças necessárias.

A Figura 4 apresenta o fluxo do processo de projeto das quatro empresas investigadas. São percebidas muitas semelhanças nos processos, uma vez que a maioria dos escritórios de arquitetura utiliza as etapas definidas pelo processo proposto pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - AsBEA (2000).

Desenvolvimento dos projetos com o uso da tecnologia BIM

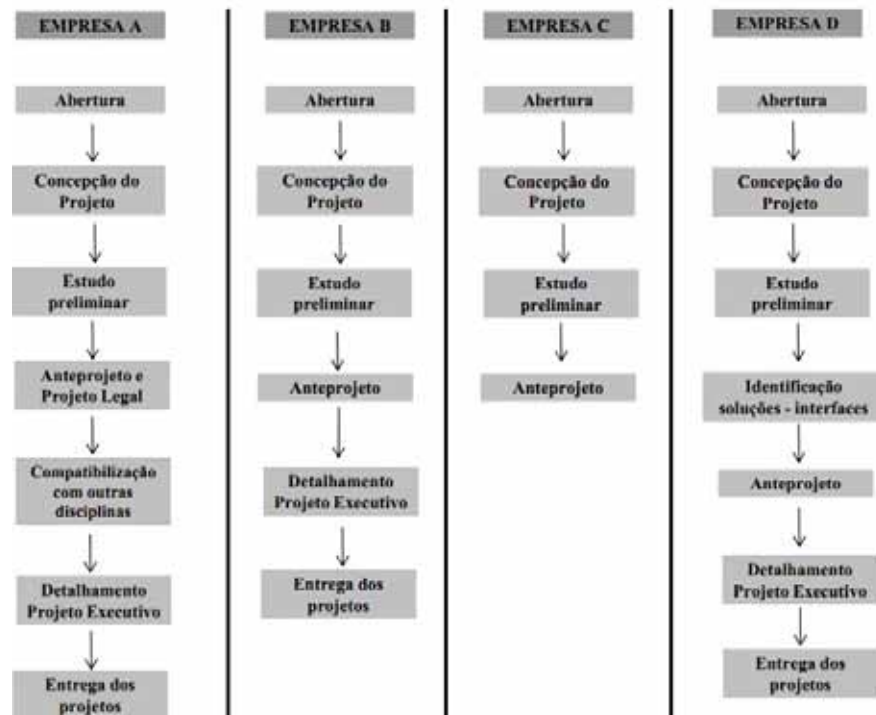
A função de coordenador de projetos BIM existe nas empresas A, B, e D. Na empresa B, este profissional é identificado como Líder BIM. Na empresa C não existe um responsável específico com funções relacionadas à BIM. Como se trata de um escritório de pequeno porte, essa função é exercida pelo arquiteto diretor.

Na empresa A, a contratação de um coordenador BIM se deu no momento em que o escritório recebeu as diretrizes para a coordenação dos projetos de uma empresa construtora contratada pelo cliente. Com essa experiência, o arquiteto diretor identificou a necessidade de contratar um coordenador BIM para o escritório.

Pode-se concluir desses dados que para uma eficiente implantação da tecnologia BIM é de fundamental importância a existência do papel do Líder BIM, pois é este profissional que irá coordenar o desenvolvimento dos projetos, a equipe técnica, assim como identificar as necessidades do projeto, e o que precisa ser modelado.

Além disso, é sua função criar os níveis de detalhamento e controlar a equipe de projetos de arquitetura para que o modelo de arquitetura seja finalizado com qualidade. Nos escritórios de pequeno porte, essa função pode ser exercida pelo arquiteto diretor do escritório, pois é ele que cria o planejamento e desenvolve os projetos.

Figura 4
Processo de projeto tradicional nos quatro casos analisados.
Fonte: Garbini (2012).



Quanto à definição do plano de modelagem, a empresa A possui um plano com grande número de informações a ser definido para o modelo. Devido ao fato da empresa A receber assessoria de uma empresa especializada, ela já está em processo de estruturação para criar o seu próprio plano de modelagem.

A empresa D, possui um plano de modelagem completo, o qual define o projeto quanto às fases: inicial, desenvolvimento e documentos. Acredita-se que isto deve ao fato de o escritório ser de grande porte e ter um departamento de tecnologia BIM mais desenvolvido.

A empresa C não possui um plano de modelagem. No entanto, costuma definir as fases do projeto que serão modeladas de acordo com as necessidades de cada projeto. Além disso, a empresa C definiu o que será detalhado e buscou definir uma classificação para os detalhamentos a serem realizados. Como a empresa D é um escritório de grande porte, desenvolveu seu plano de modelagem desde o início da implantação de BIM. Este processo envolveu a criação dos níveis de detalhe: Estudo preliminar (LOD 100), Anteprojeto (LOD 200) e Executivo (LOD 300).

Foi verificado que os escritórios de maior porte, justamente os que possuem um coordenador BIM, são os que já possuem um plano de modelagem detalhado, com todas as informações relacionadas ao desenvolvimento do projeto. Isso se mostra de grande importância, pois é por meio deste plano que o escritório conseguirá identificar onde devem ocorrer mudanças no seu processo de trabalho e como devem ser desenvolvidos os modelos de arquitetura.

Portanto, para criar este planejamento de novas etapas foi identificada a necessidade de um profissional importante, o coordenador BIM. Esse profissional é que faz o planejamento da implantação da tecnologia BIM, coordena o desenvolvimento dos projetos, a equipe técnica e identifica as necessidades de cada projeto, principalmente o que será modelado. Também é sua função criar os níveis de detalhamento, controlar a equipe de projetos para que o modelo seja finalizado com alto nível de qualidade.

Planejamento para implantação da tecnologia BIM

Conforme pode ser observado no Quadro 3, as quatro empresas investigadas definiram objetivos de BIM: (a) melhorar a qualidade de seus projetos; (b) realizar a compatibilização entre disciplinas e (c) aumentar a rapidez no desenvolvimento dos projetos. A empresa B acrescenta como objetivo a (d) automação dos fluxos de trabalho.

As maiores dificuldades encontradas pelas quatro empresas durante a fase de implantação de BIM são: (a) entender o novo processo de trabalho, (novas definições, novos requisitos); (b) a mudança de processo de trabalho do escritório; (c) não possuir o domínio na utilização do software e (d) atrasos na entrega dos primeiros projetos.

Com relação à utilização de guias de implantação disponíveis, nenhuma das quatro empresas os utilizou, nem mesmo de forma parcial. Todas criaram seus próprios guias, buscando informações em estudos acadêmicos e na experiência da própria equipe. No caso A, houve o auxílio de uma empresa que prestou assessoria. Esta empresa consultora desenvolveu o guia adotando conceitos do guia da *Penn State University*.

Nas empresas B e D que possuem equipe e procuram se atualizar por meio de cursos, fóruns e troca de informações com outros usuários para manter-se atualizados. Contudo, as empresas A e C, que são de porte menor, preferem se basear na experiência profissional, que geralmente é a do arquiteto responsável pelos projetos.

Quanto aos treinamentos da equipe de projeto, as empresas A e C demonstram dificuldades em manterem-se atualizadas por não oferecerem treinamento contínuo aos arquitetos. Em razão disso, os arquitetos têm buscado seu aprendizado na tecnologia BIM de forma individual. Por outro lado, a empresa B, que possui um departamento de tecnologia, promove encontros semanais para troca de ideias e novas informações com todos os usuários do escritório. A empresa D, que possui uma equipe de tecnologia e oferece treinamento a cada três meses, mantém toda sua equipe técnica sempre atualizada.

Tecnologia de informação

Quanto aos softwares e aplicativos, as empresas dos casos A, B e D, adotam o software Autodesk Revit® para desenvolver seus modelos de arquitetura. A empresa C adota o software Grafisoft Archicad®.

Contudo, as empresas investigadas sentem a necessidade de troca de equipamentos para utilização da tecnologia BIM, uma vez que os arquivos dos modelos contêm muitas informações e tornam os computadores lentos, o que, conseqüentemente, aumenta o tempo de espera para realização do salvamento ou abertura dos arquivos. A previsão de compra de novos equipamentos para suportar projetos em BIM deve estar prevista no plano de implantação, daí sua importância.

O processo de projeto utilizando a tecnologia BIM

Sobre o processo de projeto, os arquitetos diretores dos escritórios caracterizaram suas equipes antes da implantação da tecnologia BIM, como sendo dispersas, existindo falta de comunicação entre as equipes, ocasionando erros de projeto.

Com a implantação da tecnologia BIM no desenvolvimento dos projetos, o relato foi que as equipes trabalham de forma conjunta, da forma como a tecnologia exige, resultando em menos erros de projetos e, conseqüentemente, aumentando a qualidade dos mesmos.

As empresas A, B e D caracterizaram suas equipes técnicas antes da implantação da tecnologia BIM como dispersas, havendo falta de comunicação e variados erros de projeto. Na empresa C o desenvolvimento de projetos era lento e com menor qualidade de apresentação.

Com relação à implantação da tecnologia BIM, na empresa A a equipe trabalha de forma conjunta, em razão da própria necessidade do software em oferecer a possibilidade de vários projetistas trabalharem no mesmo arquivo. Na empresa B houve a necessidade da criação de um administrador de modelos para definir o desenvolvimento do projeto e passar as diretrizes para a equipe técnica.

Na empresa C, a relação com o cliente ficou mais clara, pois o modelo virtual do projeto foi apresentado desde o início para o cliente. Na empresa D criou-se uma equipe de apoio para melhor desenvolvimento dos projetos. De uma forma geral, o emprego de BIM está propiciando a formação de equipes cujos membros são mais integrados e colaborativos.

Quanto ao processo de projeto, as empresas A e B passaram a exigir profissionais com maior conhecimento de projeto e execução. A empresa C identificou a necessidade de profissionais com capacidade de desenvolver a modelagem de arquitetura de forma completa, conseguindo as informações necessárias ao projeto. Na empresa

D há necessidade de profissionais com conhecimentos sobre novas tecnologias de informação.

Pode-se concluir que os escritórios de arquitetura sentem a necessidade de contratar profissionais com um novo perfil. Ou seja, projetistas de arquitetura com experiência em construção e conhecimento de processos construtivos e modelagem de arquitetura.

Após a realização do mapeamento para entender como funcionavam os escritórios ao desenvolver projetos de maneira tradicional, levantou-se, também, o processo de projeto, utilizando a tecnologia BIM (Figura 5).

O resultado principal, no que diz respeito a processos de projeto, é que mercado está exigindo, cada vez mais, profissionais com maior capacidade técnica para desenvolver os projetos. Para utilizar a tecnologia BIM é necessário conhecimento em sistemas construtivos, especificações de materiais e domínio razoável sobre custos.

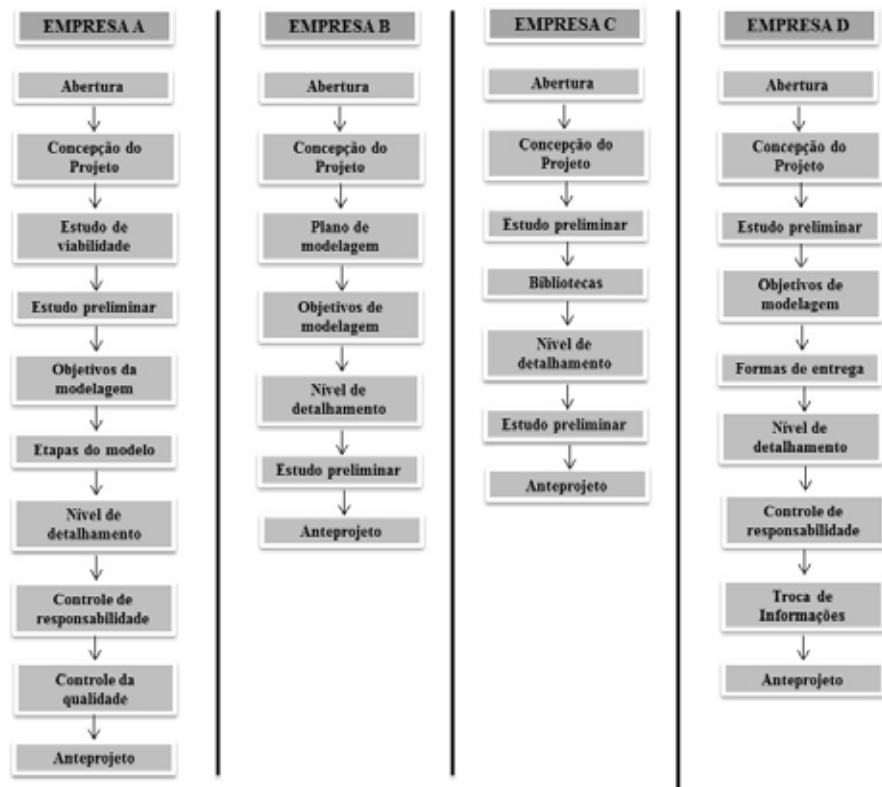
Procedimentos de trabalho

Apenas as empresas B, C e D desenvolveram *templates* buscando informações com profissionais especializados e de acordo com as necessidades do escritório. Essas empresas também desenvolveram bibliotecas para seus projetos. Apenas as empresas B e D desenvolveram padrões para nomes de arquivos, bibliotecas e famílias, criando essas padronizações e mantendo os arquivos organizados desde o início da implantação de BIM.

Figura 5

Processo de projeto utilizando a tecnologia BIM nos quatro casos analisados.

Fonte: Garbini (2012).



Conclui-se que é necessário elaborar padrões antes do início do desenvolvimento do projeto piloto, o qual deve ser de um projeto já construído e do próprio escritório. Nesse projeto piloto a equipe de projeto pode desenvolver o *template* de acordo com os padrões do escritório, identificar as principais bibliotecas que precisaram ser criadas e fazer o planejamento dos nomes dessas bibliotecas, dos arquivos e das famílias.

Com a criação de um projeto piloto fica mais fácil desenvolver um novo projeto BIM, uma vez que os padrões estão desenvolvidos, facilitando o desenvolvimento de futuros projetos.

Considerações Finais

Com a realização da análise comparativa foi possível identificar as necessidades de um escritório de arquitetura, quanto ao planejamento e desenvolvimento de projetos em BIM. Vários pontos abordados mostram que é necessário conhecer os conceitos da tecnologia BIM antes de sua implantação. O profissional responsável pela implantação de BIM deve buscar informações relacionadas a novos processos de trabalho, aquisição de novos equipamentos, elaboração de padrões BIM e treinamentos para a equipe de projeto.

Se os projetistas de arquitetura não entenderem os conceitos de BIM, utilizarão esta tecnologia apenas como uma ferramenta que pode gerar desenhos automaticamente e, conseqüentemente, estes projetistas não aproveitarão todo o seu potencial.

É preciso conscientizar os proprietários de escritórios de arquitetura que a utilização de novas tecnologias traz benefícios. No início, esta implantação irá gerar custos e atrasos nos projetos, no entanto, em médio prazo, pode tornar o escritório mais competitivo em um mercado tão concorrido.

Apesar de as dificuldades encontradas no início da implantação, as empresas investigadas são unânimes em afirmar que a adoção da BIM é irreversível, não somente para que os escritórios aumentem a qualidade dos seus projetos, mas, sobretudo, que sobrevivam s novas exigências do mercado.

A aplicação da entrevista contribuiu para uma análise qualitativa dos casos. Com a compilação de todas as informações foi possível confirmar o quanto a tecnologia BIM vem alterando o desenvolvimento do processo de projeto nos escritórios de arquitetura. Nas quatro empresas analisadas, a equipe técnica comentou que com o uso da tecnologia BIM a elaboração dos projetos passou a ser desenvolvida de forma colaborativa. Com profissionais trabalhando em um mesmo arquivo foi verificada a diminuição dos erros projeto, aumentando a qualidade e a produtividade do escritório.

As entrevistas realizadas fizeram com que fosse possível entender como estes escritórios de arquitetura estão começando a trabalhar com a tecnologia BIM, quais os tipos de planejamento estão sendo feitos para implantá-la. Confirma-se, com base nos casos estudados, que o estágio da adoção da tecnologia BIM ainda é inicial, pois todos os escritórios analisados ainda desenvolvem apenas os projetos de arquitetura, não existindo ainda a participação conjunta de arquitetos com projetistas das demais áreas e engenharias, para que possa ser feita a compatibilização. Além disso, análises como adequação de iluminação, eficiência energética, conforto térmico, dentre outras, ainda não são possíveis de serem feitas.

Como pressuposto desta pesquisa, tem-se que os escritórios de arquitetura não utilizam um planejamento formal e completo para começar a desenvolver seus projetos em BIM. Este pressuposto foi verificado e confirmado, visto que nenhum escritório possui planejamento completo para o início do desenvolvimento de seus projetos com a BIM. No único escritório em que houve planejamento (caso A), este não foi desenvolvido pelo escritório de arquitetura, mas, sim, por uma empresa coordenadora de projetos, contratada pelo cliente.

De forma geral, existe a tendência dos escritórios de projeto não desenvolverem um planejamento adequado para implantação da tecnologia BIM. Nos casos estudados, verificou-se que os profissionais sabem da existência de guias de implantação, no entanto, dificilmente são adotados. Observou-se que existe até mesmo a falta de conhecimento de língua estrangeira por parte da equipe técnica, o que pode ser considerado como perda de oportunidades, uma vez que, com a globalização do mundo e com a grande evolução das tecnologias de informação nas últimas décadas, foram aumentadas as possibilidades de se desenvolver projetos em conjunto com projetistas de outros países.

Constata-se que a implantação e o desenvolvimento dos projetos com uso da tecnologia BIM ainda encontra-se em fase preliminar no Brasil, existindo poucas exceções, como os grandes escritórios de arquitetura, que, por possuírem uma equipe mais estruturada, conseguem avançar na utilização da tecnologia.

Os escritórios de arquitetura estão envolvidos em práticas atuais de projeto, nas quais dificilmente chega-se à fase de projeto executivo, de forma a elaborar todos os detalhamentos necessários para a execução da obra. Tais práticas colaboram para a baixa qualidade dos projetos e constituem ainda em obstáculos para a introdução de melhorias no processo.

É evidente que os escritórios anseiam por aumentar a qualidade e produtividade de seus projetos, e pretendem conseguir essas vantagens com a utilização da tecnologia BIM. No entanto, sem ter o conhecimento acerca das mudanças no processo de trabalho que irão ocorrer e sobre as necessidades do escritório em termos de equipe técnica e equipamentos, a tecnologia BIM pouco irá contribuir para a melhoria de seus projetos.

É nítido verificar que, de modo geral, os escritórios de arquitetura apresentam dificuldades em mudar seu método de trabalho, com destaque para a utilização de novos softwares, sobretudo, os que utilizam em sua plataforma a tecnologia BIM. Os softwares ainda estão sendo subutilizados, pois as informações relativas a outros integrantes do processo não estão sendo agregadas ao modelo.

Conclui-se que há um grande caminho a ser percorrido pelo setor de projetos da construção civil. É necessária a maior participação de fornecedores e outros projetistas no processo como um todo para que maiores vantagens sejam alcançadas com a tecnologia. Alinhar o desenvolvimento do processo de projeto utilizando a tecnologia BIM, com as reais necessidades dos escritórios de arquitetura, ainda pode ser considerado um grande desafio para a indústria da construção civil.

Com toda certeza, são mudanças que deverão impactar também os cursos de arquitetura e engenharia de nosso país. Os estudantes de arquitetura necessitam ampliar seu conhecimento no campo tecnológico acerca de materiais de construção, sistemas e processos de construção. Uma visão integrada deverá chegar aos currículos destes cursos, bem como às possibilidades de estágios ao longo da graduação.

Por outro lado, profissionais com o perfil interdisciplinar desejável para atuar dentro desta nova forma de desenvolver os projetos dificilmente serão formados de forma rápida e completa pelas universidades, de tal forma que, as dificuldades dos escritórios não devem ser resolvidas em curto prazo. Transpor as dificuldades financeiras para aquisição de hardware e software será, muito provavelmente, mais fácil que resolver as lacunas de qualificação dos profissionais de projeto.

Agradecimentos

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior) pela bolsa de estudos que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa. E aos arquitetos diretores das quatro empresas estudadas e suas respectivas equipes, permitindo que fossem feitas as entrevistas, as observações e o acompanhamento de projetos.

Referências

ANDRADE, M. L. V. X; RUSCHEL, R. C. BIM: conceitos, cenários das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, 1., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: RiMa, 2009a. p. 602-613.

_____. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 76-111, nov. 2009b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). Roteiro básico de desenvolvimento de projetos de arquitetura. In: **Manual de contratação de serviços de arquitetura para espaços empresariais**. São Paulo: Pini, 2000, cap. 5.

AYRES, C. F. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil do Setor de Tecnologia. Curitiba, 2009.

COVELO, M. A. Especial BIM. **Revista AU**, São Paulo, ed. 208, jul., 2011.

EASTMAN, C. M. et. al. **BIM Handbook**: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008, 490 p.

FABRÍCIO, M. M., MELHADO, S. B.; GRILO, L. **O ensino de projeto e a prática projetual em equipes multidisciplinares**. 2002. Disponível em: <http://leonardogrilo.pcc.usp.br/revista_risco.pdf>. Acesso em: 05 out. 2010.

FABRÍCIO, M. M. ; ORNSTEIN, S. W.; MELHADO, S. B. Conceitos de qualidade no projeto de edifícios. In: FABRÍCIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Org.). **Qualidade no projeto de edifícios**. São Carlos: RiMa, ANTAC, 2010. p. 5-22.

GARBINI, M. A. L. **Proposta de modelo para implantação e processo de projeto utilizando a tecnologia BIM**. 2012. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

KOSKELA, L. et al. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**, v. 20, p. 189-195, 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/journal/02934532>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

KYMMEL, W. **Building Information Modeling: Planning and managing construction project with 4D and simulations**. McGraw-Hill, 2008.

LEUSIN, S. R.; SOUZA, L. L. A.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, nov. 2009. Disponível em: <<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/jornal/index.php/gestaodeprojetos/article/viewFile/26/130>>. Acesso em: 22 fev. 2010.

MELHADO, S. B. (Coordenador). **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MOUM, A. A framework for exploring the ICT impact on the architectural design process. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, p. 409-425, 2006. Disponível em: <http://www.itcon.org/data/works/att/2006_30.content.07890.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2010.

OLIVEIRA, M. R. **Modelagem virtual e prototipagem rápida aplicadas em projetos de arquitetura**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2011.

REIS, M. D. Especial BIM. **AU**, São Paulo, ed. 208, jul., 2011.

RUSCHEL, R. C.; ANDERY, P. R. P.; MOTTA, S. R. F.; VEIGA, A. C. N. R. *Building Information Modeling para projetistas*. In: FABRICIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Org.). **Qualidade no projeto de edifícios**. São Carlos: RiMa, ANTAC, 2010. p. 137-162.

SOIBELMAN, L. Especial BIM. **AU**, São Paulo, ed. 208, jul., 2011.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. Sage Publications Inc. 1994.