

A CONTRIBUIÇÃO DOS APLICATIVOS BIM ÀS NOVAS PRÁTICAS DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES COM BASE NAS TEORIAS CONTEMPORÂNEAS DE ENSINO

MENEZES, ALEXANDRE MONTEIRO DE (1); VIANA, MARIA DE LOURDES SILVA (2); PEREIRA JUNIOR, MÁRIO LUCIO (3); PALHARES, SÉRGIO RICARDO (4)

1. Universidade FUMEC – Faculdade de Engenharia e Arquitetura
Rua Cobre, 200 - Bairro Cruzeiro - CEP: 30.310-190 - Belo Horizonte / MG
PUC Minas – Departamento de Arquitetura e Urbanismo
UFMG – Escola de Arquitetura
amenezes@fumec.br

2. Universidade FUMEC – Faculdade de Engenharia e Arquitetura
malu@fumec.br

3. Universidade FUMEC – Faculdade de Engenharia e Arquitetura
PUC Minas – Departamento de Arquitetura e Urbanismo
mariopereira@fumec.br

4. Universidade FUMEC – Faculdade de Engenharia e Arquitetura
z3ap@uol.com.br

Palavras chave: Tecnologia BIM, Ensino de Projeto, Arquitetura e Engenharia

Resumo

Várias pesquisas sinalizam problemas no tradicional processo linear de ensino e de prática de projeto de edificação, decorrentes, dentre outras questões, de falhas na comunicação gráfica entre profissionais parceiros. Considerando-se que o sistema BIM (*Building Information Modeling*) introduz nova maneira de inserção e manipulação das informações dos projetos parceiros, num trabalho simultâneo de troca de informações, este se apresenta como alternativa ao processo linear e sinaliza uma nova abordagem para o ensino e prática profissional. As teorias contemporâneas no ensino de projeto de edificações apresentam-se como alternativa a esta crítica ao ensino tutorial e linear de projeto de edificações. Este artigo investiga o suporte que os aplicativos BIM disponibilizam para o ensino de projeto, sob a luz das teorias contemporâneas de aprendizagem. A hipótese é que as mudanças metodológicas de projeto propostas pela tecnologia BIM respondam adequadamente aos pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao ensino de projeto de edificações.

Keywords: BIM Technology, Design teaching, Architecture and Engineering

Abstract

Several research projects have revealed problems in the traditional linear process of teaching and practice of construction projects, as a result of failures in graphic communication between professional partners, among other issues. The BIM (Building Information Modeling) system seems as an alternative to the linear process and signals a new approach to education and professional practice, considering that it introduces a new manner of information feeding and handling of the various partner projects in an operation of simultaneous exchange of information. The contemporary theories of building design teaching present themselves as an option to the critics on the linear and tutorial instruction model. This article investigates the basis that the BIM applications make available for design teaching in light of the contemporary theories of learning. The hypothesis to be tested is that the methodological changes proposed by the BIM technology respond adequately to contemporary assumptions and premises of education applied to building design instruction.

Palabras claves: Tecnología BIM, enseñanza de proyecto, Arquitectura e Ingeniería

Resumen

Varios estudios han revelado problemas en el proceso lineal tradicional de la enseñanza y práctica del proyecto de la construcción, debido, entre otras cosas, a las fallas en la comunicación gráfica entre los profesionales que trabajan en el mismo proyecto. Teniendo en cuenta que el BIM (Building Information Modeling) introduce nueva forma de inserción y manipulación de la información de los proyectos entre los profesionales implicados en él, en un trabajo de intercambio simultáneo de información, esta se presenta como una alternativa al proceso lineal y trae un nuevo enfoque para la enseñanza y la práctica profesional. Las teorías contemporáneas de la enseñanza del proyecto del edificio se presentan como una alternativa a esta crítica de la enseñanza tutorial y el proyecto lineal de los edificios. Este artículo investiga el apoyo que las aplicaciones BIM ponen disponibles para la enseñanza del proyecto de la edificación, a la luz de las teorías contemporáneas del aprendizaje. La hipótesis es que los cambios propuestos por la metodología de diseño BIM respondan adecuadamente a los postulados contemporáneos de aprendizaje aplicados a la enseñanza del proyecto del edificio.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo decorre de pesquisa que se configura a partir do desdobramento de outras três pesquisas anteriores, sendo elas: “Relação e comunicação entre o projeto de arquitetura e o projeto de estruturas na construção de edifícios, diante das novas tecnologias informáticas”; “Comunicação gráfica entre profissionais parceiros no projeto de edifícios, na era digital” e “Comunicação gráfica entre profissionais parceiros e suas consequências na etapa de construção de edifícios”, desenvolvidas na Universidade FUMEC, por Menezes *et al*, em 2007, 2008 e 2009, respectivamente.

Várias pesquisas recentes apontam para problemas no tradicional processo linear de ensino e de prática de projeto – concepção e desenvolvimento – de uma edificação, problemas estes que muitas vezes são originados de falhas na comunicação gráfica entre profissionais parceiros (OKAMOTO, 2006; SANTOS, 2003; FABRÍCIO *et al*, 1999; MENEZES *et al*, 2008; MENEZES *et al*, 2009). Na maneira tradicional de se construir, o processo de planejamento é sequencial e fragmentado. O projeto de arquitetura é subordinado às regras operacionais e os projetos complementares de engenharia – estrutura, hidrosanitário, elétrico, entre outros - por sua vez, subordinam-se ao projeto de arquitetura. Neste processo tutorial e linear de ensino e prática de projeto, propostas técnicas são complementares às decisões arquitetônicas previamente tomadas, gerando incompatibilidades e comprometendo a clareza com relação às funções e responsabilidades dos profissionais envolvidos. Segundo Okamoto (2006), como consequência deste modelo tradicional e sequencial de elaboração de projetos, surgiu a grande quantidade de retrabalho, desperdícios, alto custo da produção e baixa qualidade dos produtos finais.

Essa visão do processo de projeto, conforme ressalta Melhado (1997), é consagrada não só nas práticas, mas também em várias normas técnicas vigentes e nos textos institucionais que consideram o projeto de arquitetura como o responsável pelas indicações a serem seguidas pelos projetos de estruturas e instalações. O paradigma tradicional de projeto no setor da construção civil é alicerçado na especialização dos projetos e na integração entre modalidades (FABRÍCIO *et al*, 1999). Dessa forma, tendo como referência todas as dificuldades presentes na maneira tradicional de desenvolvimento de projeto, passou-se a pensar em uma metodologia que valorize a integração dos agentes e o trabalho colaborativo e simultâneo das equipes, bem como uma visão abrangente do binômio projeto/execução.

De acordo com Okamoto (2006), a partir da década de oitenta, surgiram os primeiros estudos sobre Engenharia Simultânea, inicialmente voltados à indústria e, posteriormente, adaptados ao setor de construção. Ainda segundo a autora, inúmeras definições sobre o conceito de Engenharia Simultânea foram elaboradas por diversos autores que estudaram o assunto; porém, a melhor tradução de "*Concurrent Engineering*", que é o termo original, seria Projeto Simultâneo.

Este artigo apresenta resultados obtidos a partir de uma pesquisa científica que investigou o suporte que os sistemas e aplicativos da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) disponibilizam para o ensino de projeto de arquitetura, estruturas e instalações, na construção de edifícios, sob a luz das teorias contemporâneas de aprendizagem. Contemplam-se conteúdos diversos como: desenho arquitetônico, desenho informatizado (CAD e BIM), projeto de arquitetura, sistemas estruturais, estruturas em concreto armado, instalações prediais, projeto de detalhamento, teorias contemporâneas de aprendizagem e ensino de projeto.

As teorias contemporâneas no ensino de projeto de edificações conduzem a metodologias que também se apresentam como alternativa a esta crítica ao ensino e à prática tutorial e linear de projeto de edificações. As práticas sociais na academia decorrem do modo de agir dos arquitetos. Torna-se oportuno avaliar a possibilidade de lidar, no ensino de projeto, com uma prática que não valorize a autonomia disciplinar e que, em contrapartida, estimule o aluno a se posicionar de modo crítico. Este entendimento contraria as práticas tutoriais de ensino, que estabelecem procedimentos sequenciais na concepção do projeto. Com estímulo à visão crítica, dados estáticos e pré-definidos por regras impostas de projeção tornam-se variáveis a serem simultaneamente consideradas.

O sistema BIM (*Building Information Modeling*) se apresenta como alternativa ao processo linear e sinaliza uma nova abordagem para o ensino e prática profissional. Acredita-se que as mudanças metodológicas de projeto propostas pela tecnologia BIM respondam adequadamente aos pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao ensino de projeto de edificações. Na medida em que o BIM introduz uma nova maneira de inserção e manipulação das informações dos projetos parceiros, possibilitando inclusive um trabalho simultâneo de troca de informações entre profissionais, torna-se necessário verificar a adequação, ou não, da tecnologia BIM às teorias contemporâneas no ensino de projeto de edificações.

As relações entre as propostas apresentadas pela tecnologia BIM e os pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao ensino de projeto de edificações serão analisadas, procurando identificar adequações e inadequações nas mesmas. Para isto, a pesquisa define e apresenta uma amostra que possibilite aferir dados, analisando se as mudanças metodológicas de projeto propostas pela tecnologia BIM respondem adequadamente aos pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao ensino de projeto de edificações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O BIM no projeto

A tradição de projeto no setor da construção civil está baseada, conforme já dito, na especialização dos projetos e na integração entre modalidades (FABRICIO *et al*, 1999). Assim, a partir das dificuldades presentes na maneira tradicional de desenvolvimento de projeto, uma nova metodologia que valorize a integração dos agentes e o trabalho colaborativo e simultâneo das equipes, com uma visão abrangente do binômio projeto/execução, tornou-se emergente.

Melhado (1997) ressalta que a visão do processo de projeto tutorial e linear está consagrada nas práticas, em normas técnicas vigentes e nos textos institucionais que consideram o projeto de arquitetura como o responsável pelas indicações a serem seguidas pelos projetos de estruturas e instalações.

A pesquisa desenvolvida por Menezes *et al* (2010), que estuda a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), destaca a importância da troca de experiência e o confronto das opiniões diversas nas áreas de ensino de Arquitetura, Engenharia e Informática. Segundo ela, o sistema BIM permite aos responsáveis pela construção a simulação de etapas da construção, antevendo as interferências entre projetos. Possibilita capturar as informações necessárias para o projeto, abrangendo desde a concepção até a operação e manutenção. Desta maneira, todos os agentes participam desse processo, simultaneamente, apresentando uma alternativa para um processo linear.

Diversos autores acreditam que o sistema BIM conduzirá a uma nova operação para o processo de projeto. Segundo Justi (2008), citado por Souza *et al* (2010), diante da nova tecnologia BIM, as empresas vão passar por uma reestruturação na qual será necessário um outro tipo de raciocínio do processo de projeto, impondo integração entre suas diversas etapas. Já Salles (1997) afirma que a implantação do sistema BIM será de forma gradual, mas também levará os escritórios a uma alteração do método convencional de trabalho. Kymmel (2008), citado por Souza *et al* (2010), afirma que com a nova tecnologia BIM as equipes de projetos terão que ter uma integração muito diferente das atuais.

O sistema BIM tem como princípio, “auxiliar no processo de criação e gerenciamento de informações relacionadas à construção, de modo integrado, reutilizável e automatizado, gerando um modelo digital do edifício ao invés de uma série de desenhos” (LEE *et al* 2006). Segundo Azuma *et al* (2007), o BIM é uma tecnologia que surgiu em função das preocupações com o tempo e custo gastos na modelagem das informações do edifício. Para Birx (2006b), o BIM é uma evolução no processo de projeto, pois permite novas possibilidades de visualização e processamento da informação. As vantagens estão relacionadas com a melhor coordenação dos

elementos construtivos e suas interferências, com a redução das horas de serviço, com o crescimento na produtividade, com a melhoria da qualidade dos desenhos e detalhamentos e com o controle centralizado do conteúdo e das versões dos documentos de projetos.

De acordo com Lee *et al* (2006), os sistemas BIM oferecem recursos que favorecem a representação e a visualização e que permitem a modificação dos elementos de forma direta e intuitiva. Eles garantem a centralização da informação e possibilitam que as atualizações sejam facilmente registradas. Sendo assim, as modificações em uma parte do projeto propagam automaticamente atualizações em outras.

Nascimento e Santos (2003) e Bazjanac (2004), citados por Souza *et al* (2010), afirmam que alguns fatores vêm dificultando a implantação efetiva da tecnologia BIM nos escritórios. Citam investimento alto em novos equipamentos, arquivos extras e necessidade de treinamentos dos profissionais, suporte técnico, falta de tempo, resistência à mudança, longo processo de aprendizagem, deficiência dos *softwares* e indisponibilidade de uma versão de *software* gratuita para teste.

Já Faria (2007) diz que, apesar das vantagens advindas do uso, o BIM entrou com força no mercado brasileiro apenas no segmento de projetos de arquitetura, na etapa inicial da modelagem da edificação. Geus *et al.* (2007) dizem que a solidificação da engenharia simultânea na construção exige a formação prévia da equipe de colaboradores e uma comunicação constante durante todo o ciclo de vida do projeto, o que não acontece nos modelos educacionais na arquitetura e engenharia. A associação dos sistemas colaborativos de projetos com a tecnologia da informação fornece uma ferramenta para solucionar problemas do setor da construção civil, como a fragmentação, a falta de comunicação e coordenação do trabalho desenvolvido entre projetistas, fornecedores, colaboradores e clientes. O uso das tecnologias de informação permite a substituição da engenharia sequencial pela engenharia simultânea, o que reduz as deficiências do processo tradicional sequencial, com falta de integração na troca de informações e seus consequentes retrabalhos.

Ferreira (2007) ainda enfatiza que o projeto além de ser caracterizado como uma forma organizada de informações compartilhadas, ele está presente em todas as etapas de execução da obra. O sistema de informações de construção BIM procura modelar todos os assuntos relativos à edificação e padronizá-los, e compartilhar todas as informações entre os agentes de maneira interativa e colaborativa.

Com os programas BIM, os projetos são elaborados já em três dimensões, exigindo um esforço de abstração dos projetistas, acostumados a trabalhar com desenhos em duas dimensões. No longo prazo, porém, um dos grandes problemas da coordenação de projetos, relativos às interferências entre os sistemas, tende a desaparecer.

2.2 O BIM no ensino de projeto

O ensino de projeto de arquitetura é um assunto que ainda levanta muitas questões, principalmente quando se trata da tecnologia aplicada ao mesmo. De acordo com Kowaltowski (2000), além do desafio do ensino de projeto, ocorre em paralelo uma discrepância da inserção da informática no ensino de projeto. Algumas matrizes curriculares optam pela simples disponibilidade da ferramenta CAD e o aprendizado espontâneo do aluno; já outras optam por oferecer a ferramenta CAD junto como uma matéria/disciplina.

“ (...) a inserção do conhecimento das ferramentas no atelier de projeto não é automática e depende principalmente de atitudes do corpo docente. Vislumbra-se como ideal o ensino de informática integrado às atividades do atelier de projeto. Este ensino não será apenas a tradução das atividades de prancheta para o computador, mas deverá estimular investigações de projeto, aproveitando ao máximo o mundo digital e transformando assim a própria arquitetura” (NEIMAN E BERMUDEZ *apud* KOWALTOWSKI *et al*, 2000, pag.3).

A aplicação do BIM no ensino de projeto também gera correntes de pensamento contrárias. Segundo Renée Cheng (2006), citado por Florio (2007), na medida em que o BIM não questiona os problemas existentes no processo de projeto, mas dá solução, gera uma mudança metodológica que coloca em risco os alunos. Poderiam perder o pensamento crítico uma vez que tecnicamente os problemas de interferência são automaticamente solucionados. Em contrapartida, Seletsky (2006), em crítica a Cheng, alerta que o BIM permite a análise crítica dos dados de projeto, melhorando as condições de avaliação do mesmo por parte dos alunos.

Segundo Florio (2007), após experiência didática na qual os alunos modelaram 3 edifícios no programa Autodesk Revit 8.1, foi detectada a dificuldade de se expressar em duas dimensões, em decorrência do desconhecimento técnico-construtivo. Os alunos não desenhavam corretamente porque não entendiam a sequência de execução na construção. No processo BIM, a visualização espacial é completa e o processo construtivo é essencial para a modelagem, facilitando o entendimento e aprendizagem do aluno.

Geus *et al* (2007) defendem a ideia de que, no modelo de ensino atual, os arquitetos e engenheiros são formados para trabalhar com os aspectos práticos e técnicos dos projetos. Fabricio (2002), afirma que a formação em projeto de arquitetura e engenharia civil, em nível de graduação, é pouco dedicada aos aspectos de gestão do processo de projeto e às interfaces entre o projeto, obra e uso do edifício. Este e outros autores também afirmam que as disciplinas de projeto são pouco focadas em atividades multidisciplinares. Consideram que o projeto é um processo coletivo que exige uma coordenação do conjunto de atividades desenvolvidas. Tanto no ensino de arquitetura, quanto de engenharia civil, a abrangência da formação abarca diferentes

ramos de atuação profissional, podendo levar a uma indesejável segmentação dos conhecimentos.

Segundo Fabricio (2002), os atuais modelos de ensino nas universidades não preparam os profissionais da construção civil para tratar de forma global o projeto do edifício. Ele ainda acrescenta que os arquitetos valorizam aspectos estéticos e culturais, em detrimento da técnica e tecnologia construtiva, enquanto os engenheiros aprofundam na tecnologia, com clara parcialidade para sua especialidade de projeto e com limitada visão sistêmica do mesmo. O autor aponta várias falhas no sistema de ensino de arquitetura e engenharia, como a pouca atenção dada à preparação dos alunos para atuação em equipes multidisciplinares de projeto, as limitações de conhecimento técnico dos arquitetos, além da falta de estruturação metodológica do processo de projeto. Ainda defende a criação de disciplinas específicas de gestão e coordenação de projetos, que aproximariam engenharia e arquitetura, ou até de turmas composta por arquitetos e engenheiros que poderiam complementar o seu currículo cursando disciplinas do outro curso.

Geus (2007) ressalta que muitos alunos gastam muito de seu tempo trabalhando individualmente e assim deixam de adquirir habilidades de equipe de trabalho ou comunicação. Fabricio (2002) enfatiza o efeito do projeto simultâneo, quando mostra que a formação prática dos profissionais de arquitetura e engenharia deve privilegiar a capacidade de integração e tratamento sistêmico dos problemas colocados, afirmando que “as decisões de projeto devem ser tomadas de forma multidisciplinar”.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos aplicados na pesquisa que fundamenta este artigo iniciam-se a partir da leitura das pesquisas anteriores, desenvolvidas na Universidade FUMEC, por Menezes *et al*, em 2007, 2008 e 2009, respectivamente, bem como anais de congressos, internet e referências, tais como artigos, teses e dissertações. A seleção dos textos a serem lidos começou pelo título, seguida pelos resumos, e posterior triagem, que pontuou os conteúdos a partir de uma maior aproximação com o tema investigado. Adotou-se um modelo de fichamento para Referência Bibliográfica, com o objetivo de sistematizar os conteúdos pesquisados.

A revisão da literatura evidenciou algumas adequações e inadequações do sistema BIM ao ensino de projeto de edificações. Para aferir estas evidências, a pesquisa desenvolveu entrevistas direcionadas, a partir de uma amostra constituída por profissionais do mercado de trabalho, assim como professores de informática e de projeto nas escolas de arquitetura em Belo Horizonte. Os dados foram coletados, organizados e posteriormente analisados com o objetivo de verificar, na opinião dos profissionais e professores, se as ferramentas oferecidas pela tecnologia BIM respondem adequadamente aos pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao

ensino de projeto de edificações. A metodologia adotada foi dividida em três etapas, descritas a seguir.

3.1 Equipe, levantamento e análise de dados

A primeira etapa consistiu na definição da equipe e divisão de tarefas. O grupo de pesquisa foi composto por cinco bolsistas da graduação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia de Produção/Civil, um bolsista voluntário da Engenharia Civil e quatro professores pesquisadores. Foi realizada uma reunião por semana, com duração de 2 horas.

A cada reunião da equipe, eram discutidas as tarefas a serem cumpridas ao longo da semana, quando os bolsistas complementavam a jornada de trabalho. Todas as discussões e decisões tomadas ao longo das reuniões foram registradas em áudio e transcritas em atas, efetuadas por um dos alunos bolsistas, que se revezavam num processo de treinamento para aprimoramento da escrita. Inicialmente foi desenvolvido um cronograma físico que sistematizou os trabalhos a partir da decomposição das etapas de trabalho da pesquisa, dos prazos e das tarefas para cada membro da equipe, que eram identificados por diferentes cores. Este cronograma sofreu alterações ao final de cada reunião, revelando-se um eficiente instrumento ativo de planejamento que, juntamente com as atas, permitiu avaliar o rendimento da equipe e antecipou a repercussão de eventuais desvios nos prazos, que pudesse vir a comprometer as datas finais de entrega da pesquisa.

A segunda etapa consistiu na definição da amostra, coleta e organização dos dados. O critério de definição da amostra foi aleatório, tendo sido selecionados dois professores de duas instituições de ensino da cidade, bem como profissionais atuantes em Belo Horizonte, sendo exigida apenas a existência de alguma experiência com o sistema BIM. O tamanho da amostra deveu-se ao número excessivo de recorrências nas respostas obtidas, indicando que aumentar a amostra não implicaria em uma mudança significativa dos resultados obtidos. Acredita-se, entretanto, ser conveniente, em etapa posterior, entrevistar professores de outras instituições cujos dados poderiam, eventualmente, reforçar as informações coletadas.

Todas as conversas foram gravadas, transcritas, mantendo-se a maneira coloquial e informal da conversa, e posteriormente analisadas. As transcrições das entrevistas adotaram a simbologia AE, para os arquitetos entrevistados e a simbologia GP para as perguntas feitas pelo grupo de pesquisa, não sendo necessária a discriminação do autor da pergunta. Cada aluno bolsista ficou responsável pela transcrição, montagem e formatação de uma entrevista específica.

Em seguida, as entrevistas foram analisadas minuciosamente nas reuniões com todo o grupo, sinalizando os trechos que apresentavam interesse restrito para a pesquisa. Quando relacionados a um aspecto adequado dos aplicativos BIM às teorias contemporâneas de ensino de projeto de

edificações, os trechos foram marcados em verde. Quando relacionados a uma não adequação, os trechos foram marcados em vermelho e por último quando relacionados a uma dificuldade de implantação, os trechos foram marcados em cinza, conforme ilustra o QUADRO 01.

A terceira etapa discutiu a melhor metodologia para análise dos dados coletados nas entrevistas I, II, III e IV, e conclusão final, registrados no QUADRO 01. Decidiu-se que o critério a ser utilizado seria ler a transcrição inteira do parágrafo, avaliando e descrevendo, de modo sistematizado, as adequações e inadequações listadas nas entrevistas, com especial atenção às recorrências e às dificuldades de implantação apontadas pelos entrevistados.

Configurou-se novo quadro, ilustrado como QUADRO 02, mostrando um resumo sobre a adequação, ou não, das propostas da tecnologia BIM aos pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao ensino de projeto de edificações, bem como alguma dificuldade de implantação do *software* dos aplicativos BIM às teorias contemporâneas de ensino de projeto de edificações. O quadro facilitou a comparação e a relação entre os procedimentos listados pelos diferentes profissionais entrevistados. Este quadro síntese visa contribuir na sistematização de procedimentos para melhorar a metodologia de ensino de projeto de edificações nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia.

Quadro 01 – Recorte do quadro original que trata da “Adequação, não adequação e dificuldades de implantação” sintetizados dos trechos relevantes das entrevistas.

	PARÁGRAFO TRANSCRITO	ADEQUADO	NÃO ADEQUADO	DIFICULDADE DE IMPLANTAÇÃO
1	Eu ainda comentei: você está achando o <i>software</i> muito interessante? Eles disseram: Não vamos pagar, porque a assinatura é muito cara.			1.Custo elevado do <i>software</i> .
2	A gente tem impressão que eles vão amarrar essa informação, não vamos conseguir essa conversa lá.			2.Resistência na transferência da experiência adquirida (<i>know-how</i>).
1	Então eu nunca peguei a parte de concepção desde o princípio não, mas até onde eu li, não fazendo e não praticando, deu para perceber que é possível você fazer uma concepção muito primária, numa primeira instância parecendo um SketchUp, onde você faz um ensaio de volumes e posteriormente esse volume é transformado em paredes, pilares e aí sim os atributos do REVIT vão sendo colocados, e esses atributos é que contêm as informações para modelagem de formação.	1. É possível começar por um volume preliminar sem as definições paramétricas e ir agregando informações ao longo do desenvolvimento do projeto.		

Quadro 02 - Recorte do quadro original, com síntese das entrevistas analisadas nos quadros anteriores

Adequação				Não Adequação				Dificuldade de Implantação						
No.	Recorrências			Descrição	No.	Recorrências			Descrição	No.	Recorrências			Descrição
1	AE I	2	4	Uso e possibilidade de atribuir ou não parâmetros em qualquer fase.	1	AE I	0	1	Customização do projeto segundo as normas brasileiras.	1	AE I	2	4	Custo elevado de <i>software</i> e <i>hardware</i> .
	AE II	1				AE II	1				AE II	0		
	AE III	0				AE III	0				AE III	0		
	AE IV	1				AE IV	0				AE IV	2		
2	AE I	1	1	Rapidez e eficiência na geração de volumes.						2	AE I	1	4	<i>Know how</i>
	AE II	0									AE II	1		
	AE III	0									AE III	1		
	AE IV	0									AE IV	1		
3	AE I	3	6	Não impor a definição de parâmetros precoce.						3	AE I	2	3	Parâmetros criados para outros países e não Brasil.
	AE II	1									AE II	0		
	AE III	1									AE III	1		
	AE IV	1									AE IV	1		
4	AE I	1	3	Interface com outros <i>softwares</i> .						4	AE I	0	1	Exigir um conhecimento prévio do componente arquitetônico para usuários iniciantes.
	AE II	0									AE II	0		
	AE III	2									AE III	1		
	AE IV	0									AE IV	0		
5	AE I	1	4	Permitir a simulação.						5	AE I	0	1	Hábitos herdados de tecnologias anteriores.
	AE II	2									AE II	1		
	AE III	0									AE III	0		
	AE IV	1									AE IV	0		

A análise do quadro com a síntese das entrevistas evidenciou, a partir de apontamentos dos participantes, algumas dificuldades de implantação do novo sistema. Destaca-se o isolamento profissional em relação à maioria que utiliza outros tipos de sistemas CAD. Foram apontados também, como dificultadores da manipulação do *software*, alguns hábitos herdados de uma tecnologia anterior que acabam trazendo uma utilização que não opera na lógica do sistema, caracterizando equívocos e subutilização do potencial oferecido.

A dificuldade com o uso de uma biblioteca não adaptada à cultura local também foi apontada por vários participantes. Outra dificuldade analisada foi o custo elevado da aquisição do *software* e do *hardware*, bem como a necessidade de customização do projeto segundo as normas brasileiras, pois os parâmetros existentes no mercado de hoje só atendem a outros países. Vale ressaltar que o programa permite a criação de uma biblioteca com parâmetros próprios.

Por outro lado, também foram apontadas facilidades. O *software* possibilita agilidade na compatibilização de projetos, com a geração simultânea do desenho e da tabela de dados, levando à otimização do tempo com consequências positivas para o planejamento da obra. Constatou-se também que o BIM possibilita uma maior eficiência na modelagem e visualização tridimensional dos volumes, permitindo a simulação e a interface com outros *softwares*. A facilidade da inserção e modificação de dados possibilita ou não atribuir parâmetros em qualquer fase, não impondo ao executor tomadas precoces de decisões.

Os gráficos a seguir mostram os resultados das análises das entrevistas, comparando o número de adequações, as inadequações e as dificuldades de implementação listadas pelos entrevistados. Assim, para os profissionais ouvidos, as mudanças metodológicas de projeto propostas pela tecnologia BIM apresentam um número muito superior de adequações aos pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao ensino de projeto de edificações do que inadequações.

Gráfico 1: Análise comparativa: BIM contraposto ao processo e ao ensino de projeto.

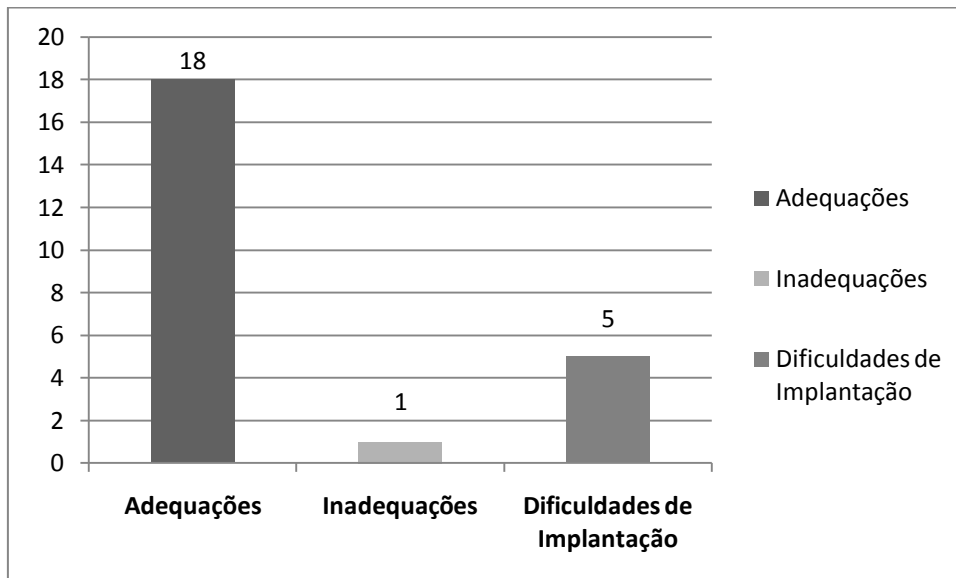
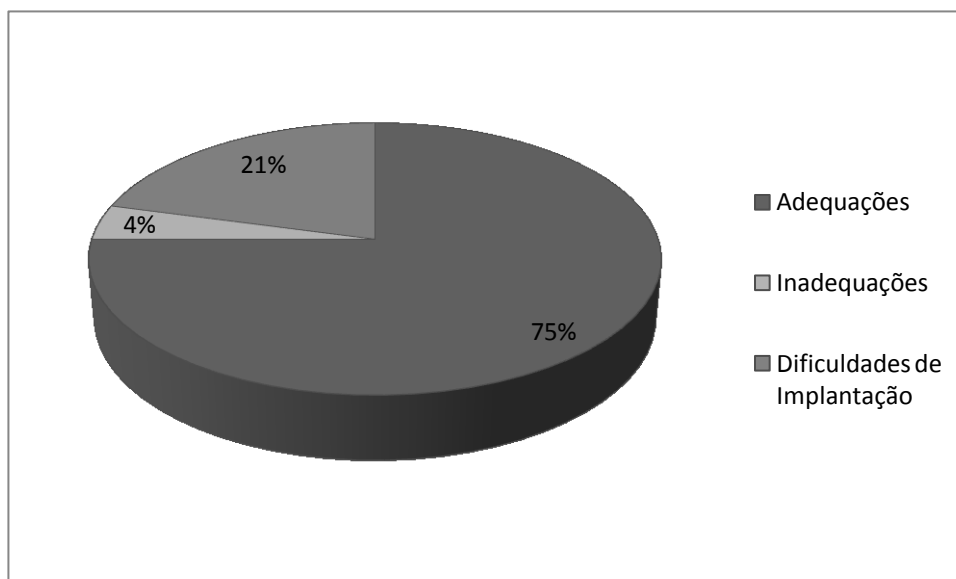


Gráfico 2: Resultado das análises das entrevistas em porcentagem



4 CONCLUSÃO

O ensino de projeto de arquitetura assistido por computador vem sendo tema de várias pesquisas (FABRÍCIO e MELHADO 1998; OKAMOTO 2006; SANTOS, 2003; FABRÍCIO *et al* 1999; MENEZES *et al* 2008, MENEZES *et al* 2009). O sistema BIM se apresenta como alternativa, sinalizando uma nova abordagem para o ensino e prática profissionais na medida em que introduz uma nova maneira de manipulação das informações dos projetos parceiros, possibilitando trabalho simultâneo entre os profissionais envolvidos no processo de construção civil.

O programa permite avaliação e tomadas de decisões em todas as etapas de concepção e desenvolvimento do projeto, revelando coerência com um pressuposto do ensino que preconiza práticas de projeto que não sejam sequenciais. Apesar disso, verificam-se procedimentos herdados de uma tecnologia anterior que subutilizam as potencialidades do sistema e comprometem resultados. Acredita-se que estes hábitos, que dificultam a manipulação do *software*, apresentam-se como reflexo do ensino e da prática tradicionais, operando as etapas separadamente (2D e 3D), em contraposição a uma lógica do sistema que propõe informações simultâneas. Percebeu-se, por outro lado, através das entrevistas, que o *software* exige um conhecimento prévio do componente arquitetônico para usuários iniciantes e já para os que não são, observou-se que hábitos herdados de tecnologias anteriores podem resultar em uma maior desenvoltura do manuseio do BIM.

O BIM ainda ocupa uma parcela reduzida do mercado de *softwares* para projetos, trazendo como uma das principais desvantagens o isolamento profissional em relação a outros escritórios e empresas que ainda utilizam outros tipos de programa. Os principais desafios, para implementar o sistema BIM parecem envolver o custo dos equipamentos e treinamento, escassez de profissionais treinados e a definição de protocolos de interoperabilidade entre os diversos sistemas.

Desde as primeiras tomadas de decisão, na fase de projeto, o programa possibilita integração interdisciplinar onde todos os agentes compartilham decisões simultaneamente, aproximando o pensamento da realidade construtiva. Revela, neste sentido, adequação ao processo de ensino e treinamento profissional na medida em que promove e estimula um diálogo entre o estagiário/ aluno e o arquiteto/ profissional, e fortalece a postura crítica do aluno.

Este entendimento é compartilhado por (FLORIO 2007), quando afirma que a aplicação do BIM dentro das Faculdades de Arquitetura e Engenharia permite detalhar e visualizar a integração entre os elementos construtivos e as suas relações espaciais, analisar a sequência de atividades necessárias para a construção do edifício, compreender a importância de um projeto colaborativo, envolver-se mais com a tectônica a partir da melhor comunicação das intenções projetuais em três dimensões, entender melhor a sequência das operações que são realizadas pelos diversos profissionais no canteiro de obras.

Acredita-se que o BIM seja a nova tecnologia que irá contribuir tanto para o ensino de projeto de edificações quanto para o melhor desempenho do processo de projetos, minimizando erros, principalmente em obras. O *software* permite uma integração interdisciplinar, adequando-se ao ensino de projeto e, dessa maneira, estimula o pensamento e fortalece a postura crítica do aluno, o que leva a uma aproximação do pensamento à da realidade construtiva.

Os resultados da pesquisa parecem confirmar a hipótese de que as mudanças metodológicas de projeto - concepção e desenvolvimento - propostas pela tecnologia BIM respondem adequadamente aos pressupostos contemporâneos de aprendizagem aplicados ao ensino de projeto de edificações. Caso confirmada a hipótese, isto poderá subsidiar desdobramentos para futuras pesquisas, testando as mudanças metodológicas de ensino de projeto de edificações, à luz das teorias contemporâneas, com uso da tecnologia BIM, em oficinas experimentais, disciplinas optativas ou cursos de extensão.

REFERÊNCIAS

AZUMA, Fabíola; FREITAS, Maria; MACHADO, Caroline; SCHEER, Sérgio; SCHIMID, Aloísio. Revista Produção Online - Inovação Tecnológica: **Técnicas e Ferramentas aplicadas ao Projeto de Edificações**. v. 7, Num. 3. 2007, Florianópolis.

BAZJANAC, V. **Virtual Building Environments (VBE)** - Applying Information Modeling to Buildings. Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California. Berkeley, CA, U.S.A., 2004.

BIRX, Glenn W. **BIM creates change and opportunity**. The American Institute of Architects – Best Practices, 2006a. Disponível em < http://www.aia.org/bestpractices_index>. Acesso em: 25 mai. 2009.

BIRX, Glenn W. **Getting started with Building Information Modeling**. The American Institute of Architects – Best Practices, 2006b. Disponível em: < http://www.aia.org/bestpractices_index>. Acesso em: 25 mai. 2009.

CHENG, R. "Questioning the Role of BIM in Architectural education". **AECbytes** Viewpoint #26, July 6, 2006. **Processos de projeto, sistemas CAD e modelagem de produto para edificações**. Disponível em <<http://www.tqs.com.br/index.php/tqs-news/consulta/58-artigos/737-processos-de-projeto-sistemas-cad-e-modelagem-de-produto-para-edificacoes>>. Acesso em: 25 mai. 2009.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. **Projeto Simultâneo e a Qualidade na Construção de Edifícios**. In. Seminário Internacional: Arquitetura e Urbanismo: Tecnologias para o Século XXI. 1998. Anais: FAU-USP, São Paulo.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. **Estudo do fluxo de projetos: cooperação seqüencial x colaboração simultânea**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife.

FABRÍCIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. 2002. 350p. Tese de Doutorado (Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

FABRÍCIO, Márcio Minto; MELHADO, Sílvio Burratino. **Fatores de competitividade e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios**". In: IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos. Gramado, RS, Brasil. 2003.

FARIA, Renato. **Construção Integrada**. REVISTA TÉCHNE. São Paulo, Outubro de 2007. Edição 127, p.46-51.

FERREIRA, Sérgio Leal. **Da Engenharia Simultânea ao Modelo de Informações de Construção (BIM): Contribuição das Ferramentas ao Processo de Projeto Produção e vice-versa**. 2007

FLORIO, Wilson. **Contribuição do Building Informtion Modeling no processo de projeto em arquitetura**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, III, 2007, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: 2007. 10 p.

GEUS, Lucio M.; GRANDE, Ítalo S.; GEUS, Ana Claudia Larocca. **Inovações na Construção Civil – Uso de Tecnologia da Informação no Desenvolvimento de Projetos**. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, nº 03, 2007, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa. 9 p.

JUSTI, A. R. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008.

KOWALTOWSKI, D.C.C.C.K. *et al* . **O processo criativo: relacionando a teoria à prática no ensino do projeto arquitetônico**. Agosto, 2000. Universidade Estadual de Campinas, Editora Faculdade de Engenharia Civil. Campinas

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

LEE, Ghang, *et al*. **Specifying parametric building project behavior (BOB) for a building information modeling system**. Automation in Construction, n. 15, 2006, p.758-776. Disponível em <http://www.elsevier.com/locate/autcon>. Acesso em: 20 mai. 2009.

MELHADO, S. B. **O processo de projeto no contexto da busca de competitividade**. In: Anais do Seminário Internacional - Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997.

MENEZES, A. M. ; PALHARES, Sérgio Ricardo ; PEREIRA JUNIOR, Mario Lucio ; VIANA, Maria de Lourdes Silva . **Comunicação Gráfica entre profissionais parceiros no projeto de edifícios na era digital**. In: COBENGE XXXVI congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. XXXVI congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo, 2008.

MENEZES, A. M. ; VIANA, Maria de Lourdes Silva ; PEREIRA JUNIOR, Mario Lucio ; PALHARES, Sérgio Ricardo . **Procedimentos para a qualidade na comunicação gráfica digital entre profissionais parceiros no projeto de edificações**. In: VIII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design - XIX Simpósio Nacional de Geometria descritiva e Desenho Técnico, 2009, Bauru / SP. **Graphica' 09 Linguagem e Estratégias da Expressão Gráfica: Comunicação e Conhecimento**. Bauru: UNESP, 2009. v. 1.

MENEZES, A. M. ; VIANA, Maria de Lourdes Silva ; PEREIRA JUNIOR, Mario Lucio ; PALHARES, Sérgio Ricardo . **A adequação (ou não) dos aplicativos BIM às teorias contemporâneas de ensino de projeto de edificações**. In: XIV Congreso de la Sociedad Iberoamericana de gráfica Digital - SIGRADI 2010, 2010, Bogotá. SIGRADI 2010. Bogotá : Ediciones Uniandes, 2010. v. 1. p. 55-57

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

OLIVEIRA, Thiago. Exercício Profissional. Terceira Dimensão. **Revista AU**. Disponível em <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/173/imprime97618.asp>>. Acesso em 15 mar. 2010

OKAMOTO, Patrícia Seiko. **Teoria e prática da coordenação de projetos de edificações residenciais na cidade de São Paulo**. 2006. 182p. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da USP. São Paulo.

SALLES, Sergio. **Sistemas BIM na Construção Civil**. Disponível em <<http://www.projeto.net.br/2009/07/sistemas-bim-na-construcao-civil.html>>. 1997. Acesso em: 10 nov. 2010.

SANTOS, Eduardo Toledo. **BIM e a Gestão de projetos**. In: VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios - WBGPPCE. São Paulo, 2008.

SANTOS, Luiz A. **Diretrizes para elaboração de planos da qualidade em empreendimentos da construção civil**. 2003. 317p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SELETSKY, P. "Questioning the Role of BIM in Architectural education: A Counter-Viewpoint". **AECbytes Viewpoint #27**, August 31, 2006.

SOUZA, L.; AMORIM, S.; LYRIO, A..**IMPACTOS DO USO DO BIM EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA: OPORTUNIDADES NO MERCADO IMOBILIÁRIO**. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, Brasil, 415 01 2010. Disponível em <www.arquitetura.eesc.usp.br/jornal/index.php/gestaodeprojetos/article/view/100/130> Acesso em: 14 nov. 2010.