

1. Arquiteta e Engenheira Civil, mestre em Engenharia, Professora Dedicção Exclusiva do IFRN, Campus Natal Central, coordenadora de pesquisa em BIM na DIACON-IFRN.

BREVE HISTÓRICO DE IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM

A BRIEF HISTORICAL OF THE BIM PLATFORM IMPLEMENTATION

Gilda Lúcia Bakker Batista de Menezes¹

Resumo

Neste artigo de revisão é apresentada uma breve evolução histórica da implantação da plataforma BIM (*building information modeling*) no exterior e no Brasil, tendo como pontos de análise as instituições acadêmicas e o exercício da prática profissional nos escritórios de arquitetura e empresas da construção civil. São identificadas as principais vantagens da sua utilização, assim como as maiores dificuldades de implantação.

Palavras-chave: BIM; instituições acadêmicas; prática profissional; escritórios de arquitetura.

Abstract

This review article presents a brief historical overview of the implementation of the BIM (*building information modeling*) platform in Brazil and abroad. Its object of analysis comprises Academic Institutions, as well as the professional practice in architecture offices and building construction companies. The study identifies the main advantages and difficulties relating to the BIM application and utilization.

Keywords: BIM; academic institutions; professional practice; architecture offices.

A plataforma BIM será analisada com base nas referências iniciais encontradas no trabalho de Chuck Eastman, apresentado no item 1 deste artigo, e de vários outros autores, inclusive do Brasil. Em seguida, será feita uma narrativa das conclusões obtidas.

O que é o BIM?

Segundo Eastman *et al.* (2008), existem muitas verdades e mitos na percepção geralmente aceita, no que se refere ao estado da arte da plataforma BIM (*building information modeling*), e se torna importante realizar essa análise com uma visão independente dos interesses comerciais que norteiam a literatura oferecida pelos fabricantes de *softwares*.

Diferentemente de um simples modelador 3D, a plataforma BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, o qual gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão das fases da construção, entre outras atividades.

Inicialmente, analisando a grande diferença entre um simples *software* de modelagem 3D e um *software* BIM, verifica-se, para este último, a sua capacidade de gerar objetos paramétricos. É a parametricidade que garante gerar objetos editáveis que podem ser alterados automaticamente e dar o suporte à plataforma BIM. Sem essa capacidade, o *software* é só mais um modelador de objetos tridimensionais (ROSSO, 2011). Além disso, nos *softwares* BIM, atribui-se propriedades ao desenho, como, por exemplo, o tipo de blocos que constitui uma parede, suas dimensões, tipo de revestimento, fabricantes, entre outras atribuições, que são salvas no banco de dados, e que, por sua vez, gera a legenda do desenho (FARIA, 2007).

Avançando na investigação, quando a base de dados é alimentada com o parâmetro “tempo”, essa nova proposta é capaz de gerar, o que agora tem sido denominado, um projeto 4D (análise das fases da construção do edifício).

De acordo com a arquiteta Miriam Addor (escritório Addor Associados – Consultoria em Projetos e Qualidade), em explanação feita no 8º Encontro Regional/Fórum Asbea (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura), em 2009, existiam, além do 3D e 4D-BIM, o 5D-BIM (em que se adiciona o parâmetro custo ao projeto) e o 6D-BIM (como aspecto de ciclo de vida da edificação) (ADDOR, 2009).

Referindo-se ao 5D-BIM, a empresa norte-americana VICO Softwares apresenta como potencialidades da plataforma: fornecer cronograma de custos; mostrar ao proprietário o que acontece com o cronograma e o orçamento quando é feita uma alteração no projeto; organizar seu banco de dados com custos e preços de informação, taxas de produtividade do trabalho, dados de composição da equipe e subKPIs (detalhamento do *key performance indicator*, ou indicador-chave de desempenho, que mede o nível de desempenho do processo, focando no “como” e indicando quão bem os processos de tecnologia da informação permitem que o objetivo seja alcançado); proporcionar múltiplas e iterativas evoluções de estimativas, para que o proprietário possa rapidamente fazer comparações com o custo-alvo (VICO, 2011).

Para a implementação 6D, observa-se que o BIM também acomoda muitas das funções necessárias à modelagem do ciclo de vida de uma edificação, permitindo determinar as intervenções

de manutenção preventiva ao longo da vida útil do imóvel. Por exemplo, em uma determinada edificação projetada em BIM, obteve-se uma estimativa de 10 anos para as instalações elétricas e 15 anos para a parte hidráulica (FARIA, 2007).

Muito recentemente, em visita ao Brasil, dois dos autores do livro "BIM Handbook", Chuck Eastman e Rafael Sacks, trouxeram informações bastante atuais sobre novas implementações BIM, as quais foram publicadas na revista *Téchne-Pini*, do mês de setembro de 2011.

Para melhor discorrer sobre o assunto, torna-se inicialmente necessário definir alguns termos como "lean construction", "Kanban" e "lean Kanban", base para a mais nova fase da plataforma.

Primeiramente, "lean construction", ou construção enxuta, pode ser definida como uma filosofia de gestão da produção, voltada para obras civis, que surgiu do trabalho do pesquisador finlandês Lauri Koskela, em 1992. Do ponto de vista de sua aplicação prática, tem estado associado à busca de sistemas de informação e novas ferramentas que viabilizem a estabilização do ambiente produtivo, enfocando a antecipação de surpresas. Já o termo "Kanban" é uma palavra japonesa que significa registro ou placa visível. Em administração da produção, representa um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção ou transportes em uma indústria. A expressão "lean Kanban", segundo Rafael Sacks (TAMAKI, 2011a), refere-se às técnicas em que os produtos impulsionam o sistema de produção.

Assim, por meio da união dos termos anteriores, Rafael Sacks iniciou a pesquisa em KanBIM, apresentada agora como a mais nova fase do BIM, ou um sistema de aperfeiçoamento da indústria da construção, o qual prevê o controle de módulos de trabalho no canteiro de obras.

Seja qual for a fase do BIM, tem-se que um banco de dados é alimentado e fornece a base tanto para mudanças no processo construtivo como para mudanças nos papéis e nos relacionamentos da equipe de projeto.

Assim, essa nova abordagem representa uma mudança de paradigma que promete possibilitar amplos benefícios, não apenas para a indústria da construção civil, mas para a sociedade em geral, uma vez que a proposta é construir edifícios melhores, que consomem menos energia (KENSEK e KUMAR, 2008), e requeiram menos recursos de capital.

Justi (2010), presidente do grupo que atua como Centro de Treinamento Autorizado Autodesk no Brasil, também vê inúmeros benefícios nessa plataforma. Ainda tratando de um modelo 3D-BIM, ele aponta como principais vantagens competitivas oferecidas também a economia de tempo, pela maior velocidade na entrega; a diminuição de erros nos desenhos, pela melhor coordenação; a diminuição de custos; a maior produtividade usando um único modelo digital; trabalho com maior qualidade; novas oportunidades de receitas e negócios; mais foco no *design* e redução do retrabalho.

Breve histórico do BIM

De acordo com Jerry Laiserin (EASTMAN *et al.*, 2008), o mais antigo exemplo do conceito do que se conhece hoje como BIM é o protótipo do "*Building Description System*" publicado no, agora

extinto, *AIA Journal*, pelo norte-americano Charles M. "Chuck" Eastman, na então Carnegie-Mellon University, em 1975. Esse trabalho incluiu noções de BIM, hoje em dia rotineiras, tais como derivar seções, planos, isométricos ou perspectivas com base em elementos anteriormente modelados; evitar o redesenho, uma vez que as alterações são atualizadas automaticamente em todos os desenhos derivados; possibilitar o acoplamento direto da análise quantitativa à descrição dos materiais durante a modelagem, com estimativas de custo ou quantitativos de materiais sendo facilmente gerados, enquanto alimenta um banco integrado de dados; gerar código automatizado para checagem da edificação na prefeitura ou no escritório de arquitetura; facilitar a tarefa dos empreiteiros de grandes obras, no tocante ao usufruto de vantagens como agendamento e encomenda de materiais.

Assim, os conceitos, abordagens e metodologias que hoje são identificados como pertencentes ao BIM podem ser datados de cerca de 30 anos atrás. Já a terminologia *building information modeling*, está em circulação a, pelo menos, 15 anos.

O surgimento do BIM e a comunidade acadêmica

Trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, semelhantes ao de Chuck Eastman, também foram realizados durante o final da década de 1970 e início da de 1980, na Europa e, em especial, no Reino Unido, em paralelo aos primeiros esforços de comércio dessa tecnologia.

No início da década de 1980, este método ou abordagem foi muito comumente descrito nos Estados Unidos como *building product models* (modelos de produto da construção) e na Europa, especialmente na Finlândia, como *product information models* (modelos de informação de produto), sendo que, em ambas as descrições, a palavra "produto" foi usada para fazer a distinção entre outra abordagem, a dos modelos de "processo".

Na evolução dessa nomenclatura, *building product model* e *product information model* foram mesclados, dando origem ao *building information model*.

Ainda outros desenvolvimentos, como o holandês *Gebouwmodel*, foram ocasionalmente citados em meados da década de 1980, e que, segundo Eastman *et al.* (2008), poderiam, sem dúvida, ser traduzidos para o idioma inglês como BIM.

Entretanto, a primeira utilização documentada do termo *building modeling*, em inglês, com o sentido de *building information modeling*, como é usado hoje em dia, surgiu no título de um artigo datado de 1986, de autoria de Robert Aish, que posteriormente fez parte da Bentley Systems (EASTMAN *et al.*, 2008) e hoje compõe a equipe Autodesk. No referido artigo, Aish elencou todos os argumentos hoje conhecidos como BIM, além da tecnologia envolvida para implantá-los, incluindo a modelagem tridimensional, a geração automática de desenhos, os componentes paramétricos, os bancos de dados relacionais e a descrição temporal das fases do processo construtivo, também conhecida como 4D (AISH, 1986). É interessante ressaltar que esses conceitos foram ilustrados por meio de um estudo de caso aplicado ao sistema de *software* RUCAPS, fabricado pela GMW Computers, onde Aish então trabalhava. Naquele estudo, um sistema RUCAP de mode-

lagem de edifícios foi aplicado em uma reforma a ser executada em fases, no terminal 3 do Aeroporto Heathrow, em Londres.

A utilização do termo *building information modeling*, ou BIM, entretanto, somente foi documentada pela primeira vez em um artigo escrito em inglês por G. A. van Nederveen e F. Tolman, em dezembro de 1992, o "Automation in Construction" (VAN NEDERVEEN e TOLMAN, 1992).

Em paralelo ao desenvolvimento dessas terminologias e aos esforços concentrados da comunidade acadêmica, implantações comerciais do BIM também foram desenvolvidas ao longo do tempo. E é disso que trata o próximo item.

O surgimento do BIM e as empresas de software

Muitos dos comportamentos e funcionalidades atribuídos às gerações atuais dos *softwares* de criação e modelagem, como All-Plan, ArchiCAD, Autodesk Revit, Bentley Building, DigitalProject ou VectorWorks, contaram com contribuições referentes às metas de seus projetos, de programas comerciais mais antigos, tais como as linhagens britânicas da RUCAPS para Sonata e Reflex, e Oxsys para BDS e GDS; o francês Cheops e Architron; o belga Brics, que forneceu a base para o Triforma da Bentley; o sistema de modelagem norte-americano da Baush & Lomb e o Master Architect da Intergraph, entre outros (EASTMAN *et al.*, 2008).

Muitas aplicações práticas foram então desenvolvidas ao longo do tempo, destacando-se o Vera Project, pela Tekes, da Agência Nacional de Tecnologia da Finlândia.

No ano de 2005, Laiserin (2007) e Chuck Eastman organizaram a First Industry-Academic Conference em BIM, conjuntamente a Paul Teicholz (Stanford CIFE). A partir daí, a plataforma BIM começou a ser amplamente divulgada, merecendo destaque, também, as implementações de Rafael Sacks (Israel's Technion) e de Kathleen Liston (doutorado na Stanford/CIFE em simulação 4D-CAD do cronograma da construção, com venda da tecnologia BIM relacionada, através do *software* da Comany Common Point, Inc.).

Ainda aqui também devem ser citados: os escritórios Japão/EUA, Onuma Inc. (desde 1993, com BIM-open architecture); o *software* Solibri, da Finlândia (em 1999, com soluções BIM) e outras implementações Finlândia/Noruega; na Ásia, o Governo de Cingapura (com exigências de Legislação e Normas em padrão BIM) (ADDOR, 2009).

O BIM hoje

Referindo-se à arquitetura, Andia (2008), da Florida International University - Estados Unidos, enfatizou que não se pode mais pensar sobre o futuro das tecnologias digitais, sem repensar o futuro dessa profissão.

Segundo o referido autor, a prática profissional e a arquitetura das academias, no ano de 2008, estavam seguindo por dois caminhos divergentes, no que se refere ao presente e ao futuro do projeto digital. Dessa forma, os arquitetos estavam integrando a tecnologia da informação, com base em duas visões diferentes. Na primeira abordagem, os computadores eram utilizados para agilizar os processos manuais (tradicionais). Já sob uma segunda

ótica, esses computadores eram usados para alterar as relações entre os parceiros que constituíam o processo de concepção e construção, o qual, por sua vez, poderia conduzir a novos processos de documentação de projeto.

Enquanto, na comunidade acadêmica, muitos ainda mantinham a visão de apenas “modernizar”. Um número crescente de universidades já estava se transformando em bancos de dados dessa nova visão projetual.

Em 2008, Alfredo Andia pesquisou mais de 30 empresas de arquitetura, construtoras e universidades que, naquela época, implementavam a tecnologia BIM, com a finalidade de obter um entendimento mais preciso acerca dos problemas de gerenciamento de tecnologia. Tomando, também, como base, mais de 18 anos de investigação das tendências em computação na arquitetura, engenharia e indústria da construção (AEC), Andia (2008) defendeu a ideia de que a implantação do BIM não era fácil, uma vez que as empresas não somente necessitavam que a equipe aprendesse a manusear o *software*, mas mudasse sua cultura e sua formação.

Muitas vezes, entendia-se que implementar o BIM era comprar os programas computacionais e treinar os usuários, mas isso era bem mais complexo. Analisando a inserção dessa plataforma, Andia (2008) descreveu três fases, sendo que a primeira ocorria na transição do 2D-CAD para o 3D-BIM. Nessa fase, um número significativo de modelos BIM era criado depois que uma parte considerável da documentação da construção já teria sido produzida. Na verdade, esses modelos acabavam sendo mera representação 3D-CAD de edifícios, os quais tinham apenas controlado a geometria do modelo e a coordenação das potenciais colisões entre os projetos (arquitetônico, estrutural, de instalações prediais).

Em uma segunda fase, os escritórios de arquitetura já começaram a coordenar o modelo BIM. Andia (2008) ressaltou que, nesse ponto, as empresas trabalharam na descoberta de rotinas para estimativas de custo durante o processo da concepção, iniciaram as simulações e análises das fases da construção (4D-BIM) e começaram a experimentar mudanças na alocação de pessoal, com aumento de horas de trabalho para arquitetos “seniors” e diminuição de horas para arquitetos iniciantes.

Na terceira fase, as empresas que controlavam o banco de dados do BIM podiam controlar uma parte significativa da coordenação do processo (ANDIA, 2008). Aqui, o BIM já começava a transformar a estrutura do método tradicional em taxas de concepção de faturamento (5D-BIM). Assim, as empresas que controlavam o modelo BIM eram capazes de cobrar mais nos estágios iniciais do projeto do que na fase de documentação. Isso, nos Estados Unidos, foi feito por meio de acordos contratuais com clientes ou oferecendo serviços adicionais que criavam taxas suplementares. Em um exemplo, Andia (2008) citou empresas que estavam começando a alugar o modelo BIM para estimativas de custos iniciais ou para o estudo das fases construtivas após o processo de licitação.

Algo interessante a ser observado, nesta análise norte-americana, é que o processo de mudança foi se desenrolando paulatinamente. Em 2008, Alfredo Andia constatava que esse trabalho estava parcialmente automatizado, uma vez que arquitetos e engenhei-

ros gastavam um tempo considerável modelando objetos paramétricos específicos, que ainda permaneciam em catálogos PDF ou CAD. Não havia sinais de um movimento massivo para a criação de catálogos digitais para os objetos inteligentes que poderiam ser incorporados aos modelos BIM. O referido autor sugeriu, inclusive, para o futuro, que um mecanismo de precificação poderia transformar modelos BIM em portais da internet (metadados 3D-BIM integrados em um sistema de distribuição global).

Passados três anos, o que se vê é que, pelo menos, a carência de objetos paramétricos nos padrões europeus e norte-americanos tendeu a diminuir, haja vista as bibliotecas internas de *softwares* vendidos atualmente, como, por exemplo, as encontradas no Revit Architecture 2011 e no Archicad 14. De acordo com Figuerola (2011), hoje, a média de utilização do BIM nos escritórios de arquitetura norte-americanos ou europeus está entre 49% e 38% de adoção. Já para Chuck Eastman (TAMAKI, 2011a), esse número é um pouco mais elevado. Em pesquisas recentes que realizou, nos Estados Unidos e Europa, mais de 50% dos escritórios de arquitetura alegaram usar BIM.

Para Martin Fischer, professor da Stanford University (Palo Alto, Califórnia), cujas pesquisas se voltam ao modelo, medição, previsão e aperfeiçoamento do desempenho do ciclo de vida do ambiente construído, sendo desenvolvedor de modelos 4D, as dificuldades atuais nos Estados Unidos e Europa se concentram em outros aspectos (TAMAKI, 2011b).

Um primeiro aspecto ainda não totalmente resolvido é a incompatibilidade de sistemas. Entre os programas montados em plataforma BIM, que, para a real utilização do seu potencial, necessitarão entrar em comunicação, há aqueles de mesmo fabricante e os produzidos por diferentes empresas. O compartilhamento de informações entre diferentes *softwares* BIM se dá por meio do IFC (*industry foundation classes*), que é um formato de arquivo de dados de arquitetura aberta, sendo uma linguagem comum, utilizada para a troca entre modelos de diversos fabricantes (ROSSO, 2011).

Entretanto, quando se trata da exportação de arquivos entre programas de diferentes marcas, ainda hoje ocorrem alguns problemas na transferência de propriedades dos arquivos (camadas, por exemplo). Essa questão será mais bem discutida na conclusão deste artigo, quando se fará referência à comunicação entre o Revit (da norte-americana Autodesk) e o ArchiCAD (da húngara Graphisoft).

Todavia vale salientar que, se na conversão para o IFC, estão sendo perdidas algumas informações específicas a cada tipo de programa, soluções já estão sendo pensadas e postas em prática. Roberto Klein, consultor no Brasil de CAD, 3D e BIM, propõe, para resolver esse problema, a utilização de um *software* de detecção de interferências (*clash-detection*), que consegue abrir vários formatos de arquivos e, com isso, compatibilizar arquivos 3D vindos de *softwares* diferentes (ROSSO, 2011).

Outros aspectos, segundo Martin Fischer, condizentes com as principais dificuldades na implantação do BIM nos Estados Unidos, concentram-se hoje na filosofia de trabalho. Segundo sua argumentação, os projetistas e os profissionais da construção norte-americana não estão acostumados a se prender à qualidade dos dados do projeto e à robustez do sistema de informações.

Além disso, ainda não está totalmente assimilada “a ideia de que o dado que alguém colocou será diretamente usado por outra pessoa” (TAMAKI, 2011b). Para o professor Fischer, outro aspecto que precisou de tempo para ser apreendido pelos profissionais foi a importância da feitura de um cronograma e o estabelecimento de relações entre os diferentes profissionais de projeto, tanto arquitetos e engenheiros como incorporadores, construtores etc., para tirar proveito da tecnologia (TAMAKI, 2011b).

Apesar dessas dificuldades, se um escritório de arquitetura for projetar para a Administração Geral de Serviços dos Estados Unidos (que é responsável por todos os projetos governamentais daquele país), é obrigado, hoje, a entregar sua proposta no modelo tridimensional BIM. E vale salientar que o mesmo já acontece em alguns países europeus, na Austrália e na China (FIGUEROLA, 2011). Nesse tocante, John Perry e Sinisa Stan-kovic, diretores da britânica BDS Partnership Consulting Engineers, consultoria especializada em desempenho ambiental para construção civil, e que utiliza a plataforma BIM em seus projetos, exemplificam que, no Reino Unido, já está confirmado que, em pouco tempo, todos os projetos públicos deverão ser desenvolvidos na plataforma BIM. Assim, os escritórios que dominarem essa tecnologia terão “uma vantagem competitiva que ainda vai permanecer pelos próximos cinco anos, no mínimo. Após esse período, praticamente todos os escritórios de médio e grande porte do cenário internacional vão usar BIM” (BARONI, 2011).

Segundo Rafael Sacks (TAMAKI, 2011a), nos Estados Unidos e em países escandinavos, particularmente a Finlândia, muitas empresas de arquitetura, engenharia e também construtoras já estão fazendo um uso sofisticado dos processos e tecnologia BIM. Entre as construtoras, algumas incorporaram essa plataforma como processo padrão em todos os projetos. As construtoras Skanska, Mortenson e Turner usam BIM para coordenar disciplinas de projeto, estimativas de custo, detalhamento de fabricação, aquisição e monitoramento de cadeias de abastecimento. Como exemplo da Skanska, pode-se citar o projeto do Meadowlands Stadium, onde se rastreou mais de três mil assentos pré-moldados, da fabricação à entrega. Para tal, utilizaram-se o *software* BIM Tekla Structures, etiquetas RFID (*radio-frequency identification* ou identificação por radiofrequência) para identificar as peças pré-moldadas e a interface Vela Systems, com *tablets* para a inclusão de dados. Outra construtora, a Barton Malow, ao construir o hospital de Maryland, utilizou códigos de barra em vez de RFID para “rastrear equipamentos mecânicos durante a instalação [...] depois entregues ao departamento de sistemas do hospital para auxiliar operações de manutenção” (TAMAKI, 2011a).

Uma importante advertência que Rafael Sacks faz, entretanto, é que o KanBIM está se mostrando mais eficiente em projetos complexos como hospitais, teatros, *shoppings* ou laboratórios, nos quais a construção não é repetitiva. E essa eficiência também tem ocorrido em grandes projetos residenciais. Entretanto apenas as empreiteiras que apresentam “sofisticação, em termos de habilidades do pessoal e sistemas de informação, poderão explorar todo seu potencial” (TAMAKI, 2011a). Nesse processo, Charles Eastman lembra que o BIM impulsiona muitas outras inovações, como a robótica, as novas formas de construção, a análise integra-

da na totalidade do projeto, o rastreamento de toda a cadeia de fornecimento, com montagem e entrega “*just in time*” e, sendo uma resposta à complexidade, torna-se cada vez mais necessário conforme a complexidade aumenta (TAMAKI, 2011a).

Retornando, agora, à discussão da implantação da plataforma BIM no interior da comunidade acadêmica, uma vez que as universidades têm um papel fundamental na formação de novos profissionais, Martin Fischer relata que era costume ter dois tipos de turma na Stanford University. Havia a que aprendia métodos tradicionais e a que usava métodos BIM. Chegando em 2011, já se tem o uso do BIM em quase todas as turmas, a disciplina de introdução ao BIM tornou-se muito popular, e o curso de gerenciamento de projeto para construção (que ensina como manejar cronogramas, custo e orçamento) é realizado com estímulo ao uso de *softwares* com base em BIM. O resultado a que se chegou, segundo Fischer, foi o de haver estudantes aprendendo os conceitos e métodos fundamentais, além das novas tecnologias, o que os insere melhor no mercado de trabalho (TAMAKI, 2011b).

Ainda assim o estágio em que se encontram as universidades norte-americanas em relação à preparação dos alunos para uso do BIM é muito diverso. O currículo na Stanford está quase totalmente baseado em BIM, mas muitas outras estão como a referida universidade estava alguns anos atrás, com turmas usando BIM e outras não (TAMAKI, 2011b).

Referindo-se à Europa, mas aplicando as observações aos outros países, inclusive o Brasil, Pedro Maló, pesquisador do Uninova (Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias), de Portugal, que faz parte da IAI ou Aliança Internacional para a Interoperabilidade (um consórcio internacional que desenvolve uma plataforma comum com o objetivo de permitir a integração dos *softwares* de todos os fornecedores), sugere que as academias devem começar a formar pessoas para trabalhar colaborativamente, como, por exemplo, “reunir os estudantes e atribuir a cada um deles um papel na cadeia, tentando fazer com que a pessoa compreenda qual é a dificuldade desse ator naquele processo” (FARIA, 2007).

Após a contextualização no exterior, o que se percebe agora, com o início da implantação da plataforma BIM no Brasil, é que a experiência brasileira está justamente padecendo com a carência de objetos paramétricos com normatização nacional, e que já ingressou na fase dois, proposta por Alfredo Andia, relatada anteriormente.

O BIM no Brasil

A partir do ano 2000 o BIM tem ganhado cada vez mais atenção nas terras brasileiras, principalmente nos escritórios de arquitetura. Talvez por isso duas das revistas de grande repercussão nacional pertencentes à Editora Pini, a *AU* (arquitetura e urbanismo) e a *Téchne* (engenharia civil), dedicaram, em 2011, edições para análise desse novo paradigma.

Rocha (2011) lembra que, há anos, o BIM promete proporcionar uma mudança radical no processo de produção da construção civil. Entretanto havia a ideia de que, por ser tão revolucionário e tecnológico, o conceito de modelagem de informações para construção estivesse longe de ser adotado no Brasil.

Hoje, todavia, apesar das naturais dificuldades de implantação, essa plataforma já começou a ser adotada por vários profissionais das áreas de orçamentos, arquitetura, estruturas, instalações prediais e de vedação (ROCHA, 2011).

Dentre as dificuldades iniciais relatadas por aqueles que já aderiram à plataforma BIM, estão o alto custo do treinamento de pessoal e dos computadores (que necessitam ter uma configuração mais robusta), além do preço dos programas.

Quanto ao preço desses *softwares*, tem-se como valor médio para o húngaro ArchiCAD o total de R\$ 7.800,00, e, para os norte-americanos Bentley Architecture, Revit Architecture e Vectorworks, os valores de R\$ 13.300,00, R\$ 10.000,00 e R\$ 5.300,00, respectivamente (ROSSO, 2011).

Apesar do alto custo de implantação, a adoção dessa plataforma prevê, em médio e longo prazo, o retorno do investimento. Semelhantemente ao que ocorreu nos Estados Unidos e Europa, relatado anteriormente, a falta de bibliotecas nacionais e de uma cultura de trabalho em equipe são as maiores dificuldades existentes na atual fase da experiência brasileira.

Mesmo com um banco de dados centralizado, que permite a comunicação de todos os profissionais envolvidos na execução do empreendimento, de início, o BIM se estabeleceu mais fortemente no mercado brasileiro apenas no segmento de projetos de arquitetura, etapa inicial da modelagem da edificação (FARIA, 2007).

Considerado um dos pioneiros no uso do BIM, Cristiano Ceccato, juntamente com o norte-americano Frank Gehry, ajudou a fundar, no ano de 2002, a Gehry Technologies, empresa voltada aos serviços de modelagem de BIM (FIGUEROLA, 2011).

Em 2011, durante a primeira edição do *Seminário Internacional sobre Arquitetura Digital: BIM, Sustentabilidade e Inovação*, promovida pela Asbea (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura), em São Paulo, Cristiano Ceccato declarou que o BIM irá se tornar obrigatório no mercado de arquitetura, assim como o CAD é hoje em dia. Ainda comparando a transição prancheta/CAD com CAD/BIM, sugeriu que, apesar de lenta e gradual, a transição ocorrerá desta vez mais rápida, uma vez que, quando os escritórios iniciaram o uso do CAD bidimensional, as pessoas mal sabiam usar o computador, as máquinas eram muito lentas e as interfaces eram muito atrasadas, diferentemente de hoje em dia (FIGUEROLA, 2011).

O que Ceccato, entretanto, vê como fundamental para a experiência brasileira é a implantação de um sistema de classificação dos itens construtivos, semelhante ao norte-americano MasterFormat, que seja baseado nos produtos fabricados pela indústria brasileira e na forma de organização dos projetos construtivos no Brasil. Esse arquiteto argumenta que "a adoção do BIM necessariamente forçará essa classificação para que se possam adicionar propriedades aos objetos no banco de dados ou modelo 3D" (FIGUEROLA, 2011).

Outro pioneiro no uso do BIM no Brasil, que também implantou a plataforma em seu escritório em 2002, foi o arquiteto Luiz Augusto Contier. Professor e presidente do Conselho da Asbea, Contier relata que, na época da implantação, seu escritório não tinha com quem trocar experiências, mas hoje diversos escritórios mudaram suas plataformas de projeto, haja vista clientes,

como a Petrobras e a Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (Cedurp), que têm exigido projetos em BIM (GEROLLA, 2011).

Uma necessidade também apontada por vários ateliês de arquitetura, entre eles o de Clarissa Strauss e o de Gui Mattos (cuja transição começou em 2004), foi a padronização dentro da empresa, com a criação de *templates* únicos para o escritório (REIS, 2011).

Outro escritório de arquitetura observado foi o de Miguel Aflalo, o Aflalo & Gasperini, que implantou essa plataforma desde 2005 (ROSSO, 2011).

Com seis anos de experiência de implantação e uso, a previsão para Aflalo é de que, até o final de 2011, todas as suas equipes tenham concluído a migração para a nova plataforma (REIS, 2011). Esse arquiteto chegou à conclusão de que esse conhecimento se torna uma vantagem competitiva. Entretanto a decisão de adotar ou não o BIM depende do tipo de projeto e do resultado que se espera nas fases de trabalho.

Outra experiência bem-sucedida de implantação do BIM no Brasil foi iniciada em 2009, com uma filial do escritório de arquitetura ACXT, pertencente ao grupo espanhol Idom, que havia implantado a plataforma no final de 2006. Assim, desde o segundo semestre de 2010, o arquiteto Pedro Paes Lira implementou, aos poucos, o BIM no escritório de São Paulo. Hoje conta com uma equipe fixa de dez pessoas, trabalhando em conjunto com equipes espanholas. O arquiteto relata que agora eles já conseguem desenvolver projetos complexos de até 40.000 m² com apenas três arquitetos, quando, no CAD, seria preciso ter, no mínimo, o dobro da equipe (REIS, 2011).

Além das prováveis mudanças no tamanho da equipe de trabalho, também foi citada a valorização profissional daqueles que já detêm algum conhecimento em BIM. João Cunha, da Orbi Arquitetura, relata a dificuldade em encontrar pessoas com essa experiência, o que faz com que elas ganhem valor de mercado e possam decidir ir para outros lugares. Seu escritório enfrentou esse problema e perdeu o ritmo de trabalho na nova plataforma. Agora outras equipes estão sendo treinadas e esse escritório tem como objetivo disseminar a tecnologia por todo o grupo no prazo de um ano a um ano e meio (REIS, 2011).

Algo interessante a ser constatado, de acordo com os escritórios analisados, é que todos são unânimes em dizer que, no início da implantação, a produção tende a cair, voltando a subir conforme a equipe supera a fase de aprendizado. Existe, inclusive, a expectativa de que os usuários ganhem velocidade e mais segurança na tecnologia entre seis e oito meses após o início do treinamento (LOURENÇON, 2011).

Além das dificuldades ocorridas nas fases iniciais da preparação das equipes, que tendem a gerar uma queda na produção dos projetos, os escritórios de arquitetura observados também apontaram como outra dificuldade de implantação o relacionamento com os escritórios de engenharia, elaboradores dos projetos complementares.

Segundo Sayegh (2011), o BIM ainda está sendo utilizado parcialmente, explorando apenas algumas características, como

verificação de interferência e levantamento de quantitativos. De uma maneira geral, a maioria dos escritórios de arquitetura está trabalhando de forma isolada, com alguma integração com os escritórios de estrutura e nenhuma com os de instalações. “O BIM no Brasil está sendo implantado com muitos equívocos e uma dose grande de modismo” (SAYEGH, 2011).

Faria (2007) já explicava que, na prática, as informações inseridas no projeto de arquitetura desenvolvido em um *software* de uma empresa eram perfeitamente lidas por um *software* de projetos de hidráulica da mesma empresa, entretanto não eram completamente entendidas por programas de outro fornecedor, por exemplo. Pedro Maló, do Uninova, pesquisando novos meios de integração de *softwares*, afirmou a necessidade da compatibilização quando disse que “esses BIMs não servem para nada, na prática, porque não são interoperáveis” (FARIA, 2007).

Entretanto essa questão já foi discutida anteriormente, quando da análise internacional, inclusive com a proposição do uso de *softwares clash-detection*.

Quanto aos projetos de cálculo estrutural, para Francisco Paulo Graziano (mestre em Engenharia de Estruturas pela Poli-USP, professor do Departamento de Estruturas e Geotecnia da Poli-USP e diretor da Pasqua e Graziano, consultoria, concepção estrutural e projeto), o *software* mais utilizado no Brasil para Engenharia de Estruturas tem sido o TQS, da TQS Informática Ltda., empresa com referência nacional em seu campo de atuação.

Graziano, em sua experiência de implementação, tem encontrado alguns entraves ao exportar no formato IFC as informações geradas no ambiente de engenharia, para que possam ser aproveitadas pela arquitetura:

Hoje o que eu posso fazer com um BIM é receber uma planta 2D da arquitetura, ler no TQS a geometria e, na mão, carregar todas as características. Quando a estrutura estiver estabilizada e dimensionada corretamente, posso exportar a geometria da estrutura para o BIM. Ou seja, não montei o meu modelo dentro do ambiente BIM e não aproveitei as informações contidas nesse sistema para nada (SAYEGH, 2011).

Graziano alega que, por uma questão de confiança e domínio técnico do sistema, é isso o que se tem podido fazer atualmente.

Ainda de acordo com Sayegh (2011), o fato de que poucos escritórios de instalações prediais e de estrutura utilizam hoje a nova plataforma em sua rotina de trabalho cria um entrave para a filosofia BIM, formando uma espécie de círculo vicioso que gera uma falsa barreira no início da migração. A explicação para esse fato, com relação aos sistemas prediais, se dá justamente pela inexistência de bibliotecas nacionais prontas, como o Master-Format, citado anteriormente por Figuerola (2011), com famílias de componentes que seriam utilizadas na operação em conjunto com *softwares* específicos de cálculo elétrico, hidráulico ou de ar condicionado (SAYEGH, 2011).

Entretanto algumas construtoras já estão exigindo que os seus parceiros desenvolvam todos os projetos modelados. A verdade é que, apesar de essas situações ainda serem minoria, a ten-

dência mundial tem chegado ao Brasil, no tocante ao cliente. E isso pode ser observado por meio do fato de que algumas concorrências públicas já exigem que os projetos sejam entregues na plataforma BIM (BARONI, 2011). Um exemplo disso é citado por Fábio Nakayama, engenheiro coordenador de projetos da Soeng Construção Hidroelétrica, especializada em projetos de instalações prediais. Nakayama relata que hoje há solicitações, principalmente de arquitetos e construtoras, para que projetistas entreguem trabalhos em BIM. E se, em anos anteriores, a Soeng recusou algumas propostas, agora está desenvolvendo, junto com a Gafisa, um projeto-piloto nascido primeiramente em CAD e posteriormente todo modelado em BIM (SAYEGH, 2011).

Em 2007, Eduardo Toledo Santos, professor da Escola Politécnica da USP (Universidade de São Paulo), acreditava que a padronização efetiva deveria acontecer dentro de dez anos, pelo fato de a construção civil ser uma atividade muito complexa e a organização dessas informações levar tempo (FARIA, 2007).

Passados quatro anos e enquanto a padronização massiva não ocorre, os escritórios de arquitetura que investiram na adoção do BIM e perseveraram em usar as suas potencialidades estão desenvolvendo suas próprias bibliotecas e modelando tridimensionalmente os arquivos bidimensionais de instalações (SAYEGH, 2011).

Para tal, utilizam programas computacionais BIM, que, como dito anteriormente, nem sempre preservam todas as características quando convertidos em IFC para exportação.

Para realizar funções específicas e complementares ao programa principal, existem também extensões de programas, ou *plug-ins*, que podem ser instalados paulatinamente no *software*, podendo ser produzidos pelo próprio fabricante ou por terceiros.

Assim, além dos próprios escritórios de arquitetura, os fabricantes de componentes já começaram a despertar para a necessidade do fornecimento de bibliotecas. Muito recentemente, entre 15 e 19 de março de 2011, no Pavilhão de Exposições do Anhembi, São Paulo, ocorreu a Feira Internacional da Indústria da Construção (Feicon 2011), na qual uma empresa fornecedora de produtos para instalações prediais, a Tigre, divulgou o novo TigreCAD, aplicativo de biblioteca para o *software* AutoCAD, que agora também dispõe de uma biblioteca voltada para o *software* BIM, Revit, também da empresa norte-americana Autodesk.

Nesse *plug-in*, já disponível gratuitamente na internet, estão algumas famílias de conexões compatíveis com as versões 2010 e 2011 do Revit Architecture.

O avanço no tocante a elaboração de bibliotecas nacionais é que essa extensão de programa confere o sistema hidráulico predial com as normas brasileiras (NBR) e informa se o projeto está de acordo ou não com os valores de pressão mínima, máxima e diâmetro (TIGRE, 2011).

Segundo o *site* da empresa, nesta primeira fase de lançamento, o TigreCAD para Revit disponibilizará aproximadamente 700 itens de linhas prediais. Uma segunda fase está programada para ser lançada em breve, completando a biblioteca com produtos para drenagem, eletricidade predial e incêndio (TIGRE, 2011).

Vista a questão das bibliotecas, outro aspecto ainda a ser abordado concentra-se nas mudanças de relacionamentos entre projetistas e construtores.

Nesse contexto, surgiu a ideia de uma nova modalidade contratual, o IPD (*integrated project delivery*).

O sistema de contratação IPD é um contrato global com toda a equipe nos moldes de uma "*holding*". Leonardo Manzione, engenheiro especialista em BIM e diretor executivo da Coordenar, empresa de consultoria empresarial, gestão e coordenação de projetos, explica:

Essa holding constituída pelos projetistas recebe os custos diretos e caso obtenha sucesso em relação às metas previstas do empreendimento, como custo, sustentabilidade, consumo de energia, condições que podem ser efetivamente medidas com o modelo BIM, recebe uma participação nos resultados (SAYEGH, 2011).

Leonardo Manzione ainda argumenta que, para a viabilização do IPD no Brasil, são necessárias mudanças na lei e na cultura.

Fazendo referência agora às empresas construtoras, mesmo que em fase de testes e de estudos, percebe-se que começaram a ver quais são os benefícios do BIM. Para Joyce Paula Martín Delatorre, coordenadora do Núcleo BIM da Método Engenharia, a carência de metodologias de trabalho consolidadas entre as empresas se faz notar, além da falta de projetistas dispostos a se capacitarem e a reverem seus processos de trabalho, com fins de inserção em um novo contexto tecnológico (GEROLLA, 2011).

Para Cervantes Ayres, arquiteto, diretor-geral da Secretaria de Urbanismo de São José dos Pinhais, Paraná, que está implantando o BIM, as dificuldades se concentram nos obstáculos técnicos, econômicos, legais e educacionais que dificultam a adoção mais ampla da modelagem de informação no modo de produção de edifícios (GEROLLA, 2011). Ayres acredita que a adoção da tecnologia é cada vez mais imperativa e que é preciso iniciar a transição para a BIM o quanto antes, senão empresas estrangeiras, impelidas pelo baixo volume de obras em seus países, ganharão cada vez mais espaço no mercado brasileiro (GEROLLA, 2011).

No Brasil, a Gafisa é uma construtora que tem sido pioneira na implantação da plataforma BIM. Em 2010, iniciou o desenvolvimento de cinco projetos residenciais para testar diferentes *softwares* dessa plataforma disponíveis no mercado. A empresa montou cinco equipes envolvendo funcionários da construtora, projetistas terceirizados e consultores, uma para cada empreendimento. Com o *software* Revit, foram projetados um empreendimento em Brasília e um em Goiânia. Com a ferramenta da Bentley, um imóvel em Santos. Com o VectorWorks, um em São José dos Campos. E com o ArchiCAD, outro prédio em Goiânia. "A iniciativa foi apresentada pelo gerente de projetos da Gafisa, Ewerton Bonetti, durante o Seminário BIM, promovido pelo Sinduscon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo)" (REIS, 2010).

Segundo Rafael Sacks, a Gafisa adotou o BIM como política da empresa e está fazendo grande progresso no estabelecimento de procedimentos, concentrando-se ainda na checagem de interferências e estimativas (TAMAKI, 2011a).

Finalmente, analisando a implantação do BIM na comunidade acadêmica brasileira, deve-se considerar inicialmente que o Brasil apresentou um relativo atraso na implantação da plataforma BIM, uma vez que começou tardiamente o próprio uso do CAD. A arquiteta Gabriela Celani, professora livre-docente e coordenadora do Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, lembra que esse atraso se deu desde a década de 1970, quando os países desenvolvidos começaram a implantar a cultura do CAD, a qual, salvo raras exceções, só teve início no Brasil na década de 1990, tanto na prática da arquitetura quanto ao seu ensino, devido à portaria 1770 do MEC, de 1994, a qual fixou as diretrizes curriculares e o conteúdo mínimo do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo (GEROLLA, 2011). Nesse aspecto, Rego (2011) esclareceu sobre a referida portaria, que, entre outras providências, incluiu obrigatoriamente a disciplina “Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo” e houve situações em que, inicialmente, o aprendizado foi voltado a programas como editores de texto e planilhas eletrônicas, sem qualquer inclusão de ferramentas CAD.

Pode-se perceber, portanto, que, para a inserção do conhecimento sobre plataforma BIM no meio acadêmico brasileiro, será necessário muito mais uma mudança cultural do que propriamente a aquisição de *softwares*. Essa mudança, segundo Gabriela Celani, já começou a ser implementada em alguns cursos de arquitetura, como o da Unicamp.

Isso exige, antes, uma mudança radical no ensino do desenho e do projeto, com a inclusão de linguagens de programação de alto nível (scripts), ou mesmo de software de modelagem paramétrica, sistemas de colaboração remota e equipamentos de fabricação digital - na busca de uma compreensão mais profunda dos conceitos que estão por trás do BIM (GEROLLA, 2011).

Outro curso onde o sistema BIM foi implantado como disciplina obrigatória foi o de Arquitetura e Urbanismo, na Universidade São Judas, em São Paulo, no ano de 2004.

Passados 11 anos, o arquiteto Luiz Augusto Contier, também coordenador do curso de Engenharia Civil, além do curso de Arquitetura na referida universidade, observa hoje que, tendo em vista a maior empregabilidade de seus alunos, outros cursos estão agora seguindo o mesmo exemplo (GEROLLA, 2011).

Sayegh (2011), inclusive, acredita que as escolas de engenharia e arquitetura ainda não “acordaram” para o ensino do BIM no Brasil, tendo em vista que ainda estudam a inclusão dele na grade curricular e, com isso, perpetuam o atraso nacional em relação aos países mais desenvolvidos. Essa postura, então, acaba provocando uma reprodução do processo convencional, pelo profissional, que ao adquirir um *software* como o Revit ou Archicad, realiza um curso rápido para utilizar a ferramenta e acaba não pensando na integração.

Para contextualizar o início das implantações CAD e BIM no tempo, uma visualização em forma de gráfico é apresentada a seguir, na figura 1.

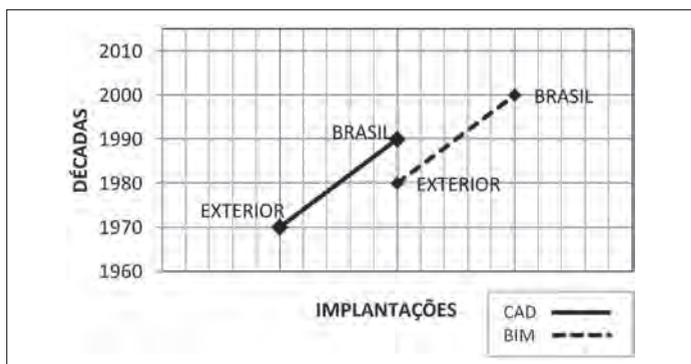


Figura 1 • Início das implementações CAD e BIM no Brasil e no exterior.

Conclusões

Muitas foram as vantagens, já exaustivamente discutidas no decorrer deste artigo, com referência à implantação da plataforma BIM.

Condensando as informações apreendidas após a análise bibliográfica realizada, verificou-se a necessidade de criação de um sistema de classificação de itens construtivos em formato nacional, do tipo MasterFormat, que auxiliaria na confecção das bibliotecas de itens nacionais. Perceberam-se também problemas na conversão para o formato IFC, quando da modelagem 3D, em que se relatou perda de dados, uma vez que *softwares* do tipo “*clash-detection*”, em grande parte, ainda não estão sendo usados. Quanto aos templates do escritório, estão sendo elaborados, e *plug-ins* como o TigreCAD para Revit já estão sendo incorporados à plataforma, com novas atualizações disponibilizadas, de várias outras famílias de conexões.

Exemplificando as perdas citadas no parágrafo anterior, são apresentadas, a seguir, duas imagens, produzidas para este artigo, de algumas interfaces gráficas observadas.

A figura 2 mostra uma janela do Revit Architecture, sobreposta às janelas do Revit MEP (instalações prediais) e Revit Structure (desenho estrutural), em que foi modelada uma residência. Para o emprego de normatização brasileira, foi utilizado o *plug-in* TigreCAD para Revit, disposto em uma janela no centro na figura.

A figura 3, por sua vez, mostra o mesmo projeto modelado no Revit (Autodesk), exportado no formato IFC e importado para o Archicad (Graphisoft), demonstrando perdas com relação às camadas, dentre outras alterações. Nessa imagem, também figura, no canto inferior direito, uma janela do *software* EcoDesign, compatível com o Archicad, e que trabalha com cálculo energético, item de grande importância na busca de edifícios sustentáveis, com baixo consumo de energia.

Entre as dificuldades apresentadas no que se refere à implantação tecnológica, com as perdas durante a conversão para IFC, o alto custo dos *softwares* e máquinas, a necessidade da criação de *templates* próprios com famílias/bibliotecas adequadas à normatização nacional, acredita-se que elas tendem a diminuir com o passar do tempo, da mesma forma que as dificuldades com a implantação do CAD também foram sendo superadas.

O que se conclui daí é que os pontos críticos que necessitam ser enfocados agora seriam relacionados à cultura organizacional, como o trabalho integrado em equipe.

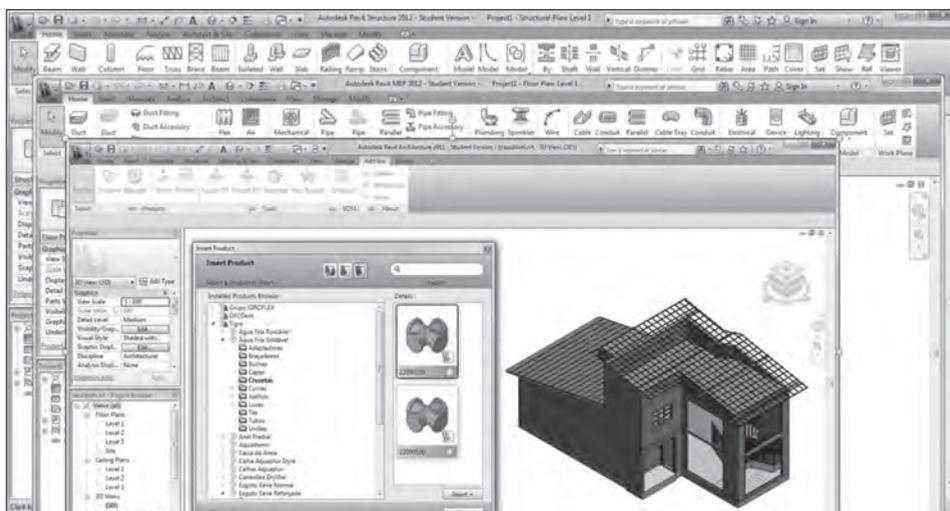


Figura 2 • Interfaces do Revit Autodesk..

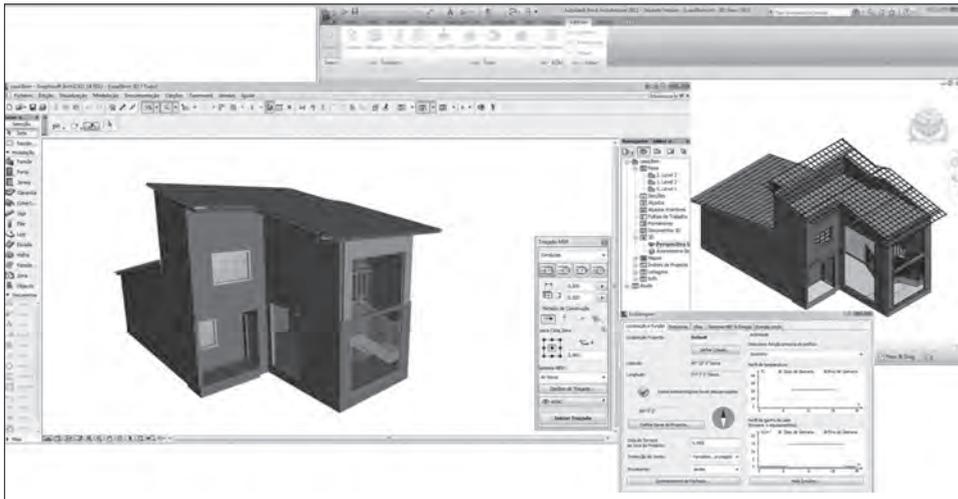
Sendo essa nova plataforma realmente implantada, esperar-se-ão mudanças tanto no processo construtivo como nos relacionamentos da equipe de projeto.

Além da necessidade de um trabalho colaborativo, algo que se vislumbrou foi a diminuição do tamanho dessa equipe, o que leva a se questionar se isso afetaria o mercado de trabalho para o arquiteto.

Eduardo Toledo Santos, professor da Escola Politécnica da USP (Universidade de São Paulo), lembra que, por serem indispensáveis para a orientação das equipes que executarão os projetos *in loco*, os modelos 2D continuam existindo no BIM (FARIA, 2007). Assim, um aspecto importante a ser levado em conta é a utilização do 3D-BIM, sem excluir outras formas de representação, principalmente no aspecto do desenvolvimento do raciocínio ou capacidade visigráfica tridimensional pelos alunos. Assim sendo, não são descartadas a documentação em 2D, as maquetes físicas e os desenhos à mão livre.

Entretanto, mesmo que se antecipe que a documentação bidimensional e outras formas de representação não serão totalmente substituídas e ainda permanecerão em alguns segmentos de projeto, Marcos da Fonte Castro, diretor técnico da Castro Projetos e Consultoria, argumentou que, com a implantação da plataforma BIM, o arquiteto tenderá a modelar sua ideia diretamente nos *softwares*, que, por sua vez, gerarão automaticamente a documentação 2D (CASTRO, 2011). Assim, aquele profissional que detiver o conhecimento/experiência em BIM tenderá a ganhar valor no mercado de trabalho.

Portanto, percebe-se a necessidade de pesquisas nesse âmbito, dentro das universidades, tanto nos cursos de Arquitetura quanto de Engenharia Civil, para que se forme a base para a implantação no currículo desses cursos, de disciplinas que favoreçam o preparo do aluno quanto ao trabalho colaborativo em BIM, tanto no escritório quanto no canteiro de obras. Essa readequação poderia ser feita, inclusive, por meio de projetos de iniciação científica ou mesmo projetos de extensão, em que vários professores pudessem trabalhar colaborativamente com suas turmas nos temas projeto arquitetônico.



co; instalações elétricas, hidráulicas e de combate a incêndio; projeto estrutural e cálculo energético para desenvolvimento sustentável.

Quanto ao cálculo de eficiência energética, há aqui uma ressalva. Apesar das promessas do BIM em termos de desenvolvimento de modelo completo de análise energética divulgada pelos fabricantes, a interoperabilidade entre os programas ainda é problemática. Portanto, se a implementação é possível, há ainda muito por fazer.

Figura 3 • Dificuldades na conversão de formato..

Referências

- ADDOR, M. **BIM**. In: FÓRUM ASBEA; ENCONTRO REGIONAL, 8, 2009, São Roque. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/download/Apresentacao_MiriamAddor_24_10_2009.pdf>. Acesso em: 23 set. 2010.
- AISH, R. **Building modeling: the key to integrated construction CAD**. In: CIB 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE USE OF COMPUTERS FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING RELATED TO BUILDINGS, 5, 1986, Bath, UK. **Anais...** London: CIBSE, p. 7-9.
- ANDIA, A. Towards algorithmic BIM networks: the integration of bim databases with generative design. **Cadernos de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 1, p. 13-30, 2008. Disponível em: <<http://www.mackenzie.br/dhtm/seer/index.php/cp-gau/article/viewFile/243/102>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- BARONI, L. L. Vale a pena migrar? **AU - Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 65-66, jul. 2011.
- CASTRO, P. **Arquitetura. Técnica**, São Paulo, v. 168, p. 44, mar. 2011.
- EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.
- EASTMAN, C. **Building product models: computer environments, supporting design and construction**. Boca Raton FL: CRC Press, 1999.
- EASTMAN, C. The use of computers instead of drawings. **AIA Journal**, v. 63, n. 3, p. 46-50, March 1975.
- FARIA, R. Construção integrada. **Técnica**, São Paulo, v. 127, p. 44-49, out. 2007. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/>>

engenharia-civil/127/imprime64516.asp>. Acesso em: 22 set. 2011.

FIGUEROLA, V. BIM na prática. **AU - Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 58-60, jul. 2011.

GEROLLA, G. O Brasil - universidades, projetistas, arquitetos, engenheiros - está preparado para o BIM? **AU - Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 16-17, jul. 2011.

JUSTI, A. R. **Revit Architecture 2010**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.

KENSEK, K. M.; KUMAR, S. Sustainable design through interoperability: Building information models (BIM) and energy analysis programs, a case study. **Cadernos de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 1, p. 42-58, 2008. Disponível em: <<http://www.mackenzie.br/dhtm/seer/index.php/cpgau/article/viewFile/170/92>>. Acesso em: 21 set. 2011.

LAISERIN, J. To BIM finity and Beyond. **Cadalyst - AEC**, Nov. 2007. Disponível em: <<http://www.cadalyst.com/aec/to-bimfinity-and-beyond-aec-insight-column-3686>>. Acesso em: 9 set. 2011.

LOURENÇON, A. C. Quanto custa implementar o BIM. **AU - Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 76-77, jul. 2011.

RÊGO, R. M. **Educação gráfica e projeção arquitetônica: as relações entre a capacidade visiográfica tridimensional e a utilização da modelagem geométrica 3D**. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

REIS, P. Desafios da implementação. **AU - Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 67-71, jul. 2011.

REIS, P. Gafisa testa quatro softwares BIM. **Tecnologia & Materiais**, São Paulo, dez. 2010.

ROCHA, A. P. Por dentro do BIM. **Téchne**, São Paulo, v. 168, p. 38-43, mar. 2011.

ROSSO, S. M. Especial - BIM: quem é quem. **AU - Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 61-64, jul. 2011.

SAYEGH, S. Informações coordenadas. **AU - Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 208, p. 72-75, jul. 2011.

TAMAKI, L. BIM 2.0. **Téchne**, São Paulo, v. 174, p. 22-28, set. 2011a.

TAMAKI, L. Plataforma democrática. **Téchne**, São Paulo, v. 168, p. 22-26, mar. 2011b.

TIGRE. Linha de registros predial da Tigre é destaque na FEICON 2011. **Tigre**, 2011. Disponível em: <http://www.tigre.com.br/pt/noticias.php?p=&rcr_id=53&ntc_id=975>. Acesso em: 23 set. 2011.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. Modeling multiple views on buildings. **Automation in Construction**, Amsterdam NL, v. 1, issue 3, p. 215-224, Dec. 1992.

VICO. **5D BIM**. VICO Software, 2011. Disponível em: <<http://www.vicosoftware.com/what-is-5D-BIM/tabid/88207/Default.aspx>>. Acesso em: 23 set. 2011.

Endereço para correspondência

Gilda Lúcia Bakker Batista de Menezes
Av. Rui Barbosa, 1257, bloco B, apto. 503
Lagoa Nova
59056-300 - Natal-RN
E-mail: gilda.menezes@ifrn.edu.br