

IMPACTOS DO USO DO BIM EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA: OPORTUNIDADES NO MERCADO IMOBILIÁRIO

IMPACT FROM THE USE OF BIM IN ARCHITECTURAL DESIGN OFFICES: REAL ESTATE MARKET OPORTUNITIES

 10.4237/gtp.v4i2.100

Livia L. Alves de SOUZA

Arquiteta, Mestre em Engenharia Civil, UFF
| livialas@uol.com.br |

Sérgio R. Leusin AMORIM

Arquiteto, Doutor, Professor Titular, UFF
| sergio.leusin@gmail.com |
| <http://lattes.cnpq.br/9035911586504341> |

Arnaldo de Magalhães LYRIO

Arquiteto, Mestre em Arquitetura e Urbanismo, UFF
| arnaldo.lyrio@gmail.com |
| <http://lattes.cnpq.br/0131148340441080> |

RESUMO

Este trabalho analisa os impactos decorrentes da implantação da tecnologia BIM (Building Information Modeling) em escritórios de projeto de arquitetura, procurando identificar os aspectos mais relevantes da sua utilização sobre o processo de projeto. Lança também um olhar sobre os espaços e oportunidades potenciais que surgem a partir do uso da ferramenta. Diversos estudos internacionais tem demonstrado os benefícios e as mudanças provocadas pelo uso do BIM em empresas de projeto, mas sobre a recente experiência brasileira pouco se conhece e foi relatado. Desta forma, essa pesquisa busca contribuir no preenchimento dessa lacuna, identificando as peculiaridades do caso brasileiro, buscando aprimorar as condições de implantação das novas ferramentas e facilitar a adaptação da tecnologia aos padrões nacionais. A pesquisa contemplou a formulação de estudos de campo em empresas de projeto de arquitetura situadas na cidade do Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba. Foram analisadas as dificuldades encontradas e as principais vantagens obtidas na adoção da tecnologia BIM por esses escritórios. A avaliação das experiências possibilitou a identificação de inúmeros problemas na transição da tecnologia tradicional atual para novos sistemas de informação: alto custo dos softwares, resistência à mudança pela equipe, falta de integração entre projetistas, entre outros. Acredita-se que os dados gerados nesta pesquisa podem contribuir para a promoção de melhorias e avanços na tecnologia BIM, difundindo suas possibilidades e facilitando a sua implantação em maior escala no país em busca da modernização dos processos na construção civil nacional. Os resultados apresentados remetem à discussão do papel exercido pelo arquiteto no mercado imobiliário e demonstram que há muito a se refletir sobre as oportunidades a serem exploradas com a utilização do BIM.

Palavras-chave: BIM, Escritório de arquitetura, Mercado imobiliário.

ABSTRACT

This work analyzes the impacts resulting from the implementation of the BIM - Building Information Modelling - technology in architectural design offices, seeking to identify the most relevant aspects of its use on the design process. It also casts a look at the potential spaces and opportunities that rise from the use of the tool. Several international studies have demonstrated the benefits and the changes triggered by the use of the BIM in design concerns, but, as regards the recent Brazilian experience very little is known or has been reported. This way, this work seeks to contribute towards filling this gap, identifying the peculiarities of the Brazilian case, seeking to improve the conditions for the implementation of the new tools and to facilitate the adapting of the technology to Brazilian standards. The research covered the formulation of field studies in architectural design companies located in the city of Rio de Janeiro, São Paulo, and Curitiba. Analyses were made of the difficulties found and the main advantages obtained in the adoption of the BIM technology by these offices. The evaluation of the experiences allowed the identification of countless problems in the transition from the present traditional technology to new information systems: high cost of software, resistance to change by the team, lack of integration between designers, amongst others. It is believed that the data generated in this research can contribute to the promotion of improvements and advancements in the BIM technology, propagating its possibilities and facilitating its larger-scale implementation in the country towards the modernization of the processes in the Brazilian civil construction scenario. The results presented lead to the discussion of the role played by the architect in the real estate market and also demonstrated that there is much to reflect upon on the opportunities to be explored with the use of the BIM.

Keywords: BIM, Architectural design office, Real estate market

1. INTRODUÇÃO

Em 1982 foram inseridos numa calculadora os primeiros códigos de programação de um sistema para elaboração de um projeto em 3D de uma usina nuclear na Hungria. A calculadora era de 64K e o sistema era o ArchiCad. Gallelo, presidente da Graphisoft, desenvolvedora do sistema, relata este fato lembrando que o ingresso da computação na arquitetura ocorreu nos anos 1980, “revolucionou o processo de criação, de projeto e até mesmo a criação do espaço” (FRANK, 2008). A partir dessa época, então, a sigla CAD (*Computer Aided Design*) passou a representar essa tecnologia.

Para Scheer et al (2007) a tecnologia CAD é a inovação mais importante dos últimos 40 anos. Este autor indica três gerações distintas na evolução do uso do computador em arquitetura: a primeira é a do desenho assistido por computador, a segunda a modelagem geométrica e, por fim, a modelagem do produto, com início no final da década de 1980 (KALES;ARDITI, 2005 apud SCHEER ET AL, 2007). O principal objetivo desta última geração é a conjunção de dois grupos de informações: as informações geométricas, que dizem respeito às características espaciais do produto, tais como forma, posição e dimensões e as não-geométricas, onde se incluem custo, resistência, peso, dentre outras características. Esta conjunção, aliada a uma abordagem colaborativa de todo o ciclo de vida do empreendimento, compõe a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*).

Na fase de projeto, a tecnologia BIM, mais do que uma ferramenta para desenho, propicia ao arquiteto a possibilidade de conceber um projeto construindo seu modelo parametrizado, o que permite que visualize a volumetria, estime custos, quantifique e qualifique o material aplicado, observando e ajustando conforto ambiental e outros itens projetuais, e facilitando a comunicação entre os diversos profissionais integrantes do processo. As modificações e aperfeiçoamentos ao projeto são processados automaticamente nas planilhas de custos, nas plantas baixas e elevações da construção, permitindo um incremento significativo na qualidade da comunicação e, conseqüentemente, na qualidade do produto final, a edificação. Vários trabalhos (KIVINIEMI, 2005; GARCIA et al., 2003) relacionam esse conjunto de itens para o desenvolvimento coordenado de modelos de empreendimentos. Cheng e Law (2002) propõem que uma equipe de projeto utilize

simultaneamente *softwares* de planejamento, de acompanhamento, de organização, para estimativa de custos e de visualização do progresso da construção, afirmando que num ambiente diversificado, a engenharia simultânea e a interoperabilidade da informação desempenham um papel importante no gerenciamento do empreendimento.

A implantação de novas tecnologias baseadas em BIM no entanto, pressupõe a reestruturação das empresas através da reorganização dos processos, da implementação de uma nova forma de organização do trabalho e de um novo modo de pensar o processo de projeto, visto agora de forma totalmente integrada. Além disso, o uso do BIM requer novas qualificações do profissional, aquisição de novos equipamentos, e uma nova forma de lidar com os demais agentes no processo (JUSTI, 2008).

Observa-se na Europa e Estados Unidos o crescimento da aplicação do conceito BIM em projetos de arquitetura e engenharia, tratando de forma integrada os elementos de projeto, da obra e processos gerenciais a partir da formulação de modelos virtuais (FIESP, 2008a). As experiências internacionais vêm confirmando a forte tendência de adoção da tecnologia, que tem demonstrado um grande potencial para ser aplicada no desenvolvimento de projetos da indústria de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), melhorando a produtividade e proporcionando aumento da qualidade.

Motivados pelas inúmeras possibilidades e facilidades apresentadas pela tecnologia BIM, alguns escritórios de projeto brasileiros acompanharam o movimento internacional, lançando-se na vanguarda da aplicação dos sistemas BIM em suas empresas ainda no início dos anos 2000. Tal processo intensificou-se nos últimos anos, frente à evolução dos programas e estímulos para compra dos softwares, fazendo-os migrar para a prateleira dos escritórios, mas não definitivamente para as máquinas dos projetistas.

A escassez de mão-de-obra especializada, a resistência à mudança, o alto investimento com máquinas e treinamento, como veremos adiante, são alguns fatores que dificultam a implantação efetiva da tecnologia nos escritórios de projeto do país. Devido a riscos e incertezas as empresas acabam criando barreiras e

aguardando a consolidação da tecnologia para sua implantação (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

A indústria nacional precisa acompanhar a evolução mundial, buscando adaptações da tecnologia BIM ao perfil brasileiro de forma a facilitar a sua implantação em maior escala no país, buscando a modernização dos processos da construção civil.

1.1 Objetivos e resultados esperados

Este artigo comenta sobre a natureza do processo de trabalho do arquiteto, com o objetivo de pontuar as oportunidades disponibilizadas a partir do uso do BIM. Busca-se caracterizar a utilização do BIM nos escritórios brasileiros analisando como a tecnologia está sendo aplicada nas empresas do país, identificando os benefícios gerados, as dificuldades encontradas e as mudanças provocadas pela sua implantação. Assim, este trabalho analisa a percepção dos escritórios de arquitetura sobre as possíveis perspectivas que são sugeridas com a adoção do BIM. Questiona-se, também, sobre os espaços e oportunidades que estão se formando para os arquitetos a partir dos progressos possibilitados pelo BIM. A avaliação de experiências e a divulgação dos resultados alcançados com a adoção do BIM pelos escritórios de arquitetura podem contribuir encorajando e dando maior suporte para que novas empresas brasileiras possam implantar a tecnologia, abrindo discussão para a formação de novas estratégias na prestação de serviços arquitetônicos.

2. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

2.1 Origens do BIM

O conceito de modelagem do produto ganhou força no final da década de 70, diante das inúmeras mudanças econômicas, com a globalização dos mercados e aumento das pressões sobre as empresas. Na busca pela melhoria dos processos tornava-se essencial uma abordagem integrada dos diferentes aspectos relacionados ao produto, a fim de atingir um mercado cada vez mais exigente quanto a prazos, qualidade e custos. A modelagem de produto surge então, como uma importante ferramenta auxiliando na concepção, validação e construção do

produto, garantindo aumento da produtividade e a sobrevivência dos negócios. A modelagem baseia-se na integração dos sistemas envolvidos no desenvolvimento do produto e na utilização da tecnologia de informação como suporte para esses processos (AYRES, 2009).

No contexto da construção civil, o aumento da complexidade dos processos acarretou a necessidade de inserção de uma mentalidade industrial, buscando a aplicação de soluções adotadas na indústria da manufatura. Neste sentido, a noção de modelagem de produto adotada por outras indústrias deu origem ao conceito BIM (*Building Information Modeling*), como uma modelagem que busca integrar todos os processos relacionados à construção do produto edificação.

Diversos trabalhos sobre a modelagem de produto na indústria de AEC foram desenvolvidos ainda nas décadas de 70 e 80, nos EUA e Europa. Nos EUA o conceito inicial era denominado *Building Product Models* e já na Europa e Finlândia era apresentado como *Product Information Model* (EASTMAN et al., 2008).

Algumas das primeiras linhas explicitadas sobre o BIM também podem ser encontradas no artigo de Eastman publicado em 1975 no *AIA Journal*. O conceito desenvolvido por Eastman foi denominado *Building Description System* (BDS). Tratava-se de um sistema onde a representação dos elementos de projeto era baseada em informações geométricas associadas a outros atributos. Desta forma, além de criar desenhos, o sistema permitia gerar relatórios e análises referentes a quantitativos de materiais, estimativas de custo, entre outras. O projeto seria resultado do arranjo de elementos construtivos, que ao serem modificados uma única vez, eram atualizados em todas as visualizações (EASTMAN, 1975 apud EASTMAN et al., 2008).

2.2 Adoção dos sistemas bim na indústria de AEC

No contexto fragmentado da indústria de AEC, o BIM mostra-se como uma importante ferramenta, capaz de contribuir na integração dos processos a partir da eliminação de ineficiências e redundâncias, aumentando a colaboração e comunicação, a fim de garantir melhores resultados de produtividade (CAMPBELL, 2007). O BIM permite uma maior integração de projetos e de todos os

processos envolvidos na construção, trazendo maior qualidade para o edifício, com menor custo e redução do tempo de projeto (EASTMAN et al., 2008).

O uso de modelos 3D permite que a compreensão do projeto seja acessível a todos, não sendo restrita apenas àqueles que conhecem as simbologias e representações de desenho (KYMMEL, 2008). Isso facilita o entendimento do cliente e do usuário final e contribui para formulação de soluções mais alinhadas às suas necessidades.

Apesar dos esforços de fabricantes de softwares e de organizações para promover o BIM, a grande maioria dos projetos de edifícios ainda é desenvolvida no método tradicional, com desenhos 2D e documentos de texto. O setor de projetos, em geral, está resistindo à mudança em direção a esse novo modelo de informação. As causas por esta resistência são diversas, entre elas, o longo processo de aprendizagem, a falta de tempo e recursos financeiros dos escritórios de projeto e a deficiência dos softwares (BAZJANAC, 2004).

O contratante é aquele que obtém os maiores lucros e benefícios com a adoção da tecnologia BIM e como principal interessado deveria incentivar o desenvolvimento das equipes e a implantação das ferramentas (KYMMEL, 2008). No entanto, são os escritórios de projeto subcontratados que acabam tendo que arcar com despesas e riscos na implantação da tecnologia. No caso brasileiro isso é agravado pela escassez de recursos financeiros, decorrente da desvalorização da atividade de projeto, mas apesar disso os escritórios necessitam despende altos investimentos em equipamentos, softwares e treinamento para modernizar seus negócios adequando-se a tecnologia. Muitas vezes estas empresas não são recompensadas financeiramente para essa reestruturação e continuam recebendo uma parcela muito pequena diante do custo global da construção (JACOSKI; LAMBERTS, 2002).

Por se tratar de uma tecnologia recente, o número de profissionais utilizando efetivamente as ferramentas BIM ainda é restrito. Tal fato ocasiona certo isolamento daqueles que investiram na tecnologia e acarreta no uso incipiente da totalidade de suas possibilidades (CAMPBELL, 2007).

Os aspectos legais relacionados ao BIM merecem destaque, e é preciso que se busque soluções legais para atribuição do pertencimento do modelo e da responsabilidade na exatidão do conteúdo de informações. A constante atualização

do modelo, mesmo durante a construção e posteriormente durante o uso do edifício, torna necessária a formulação de contratos que garantam os direitos autorais dos projetistas, mas que permitam a inserção de novas informações e o acesso ao modelo por todos outros participantes do processo (KYMMEL, 2008).

A visualização 3D facilitada possibilitada pelos softwares, ao mesmo tempo em que é uma grande vantagem do BIM, apresenta-se como um obstáculo aos projetistas uma vez que a visualização aponta facilmente todas as incompatibilidades e dificuldades, solicitando respostas imediatas (KYMMEL, 2008). Neste sentido, as ferramentas BIM exigem um certo nível de conhecimento projetual e referente a tecnologia da construção do usuário para formulação do modelo. Aliado a isso, a “distância tecnológica” existente entre o ensino das universidades e o mercado de projeto dificulta a contratação de mão-de-obra especializada.

A grande dificuldade de encontrar pessoal qualificado faz com que as empresas tenham que proporcionar treinamento a seus funcionários demandando tempo e alto investimento financeiro. Além disso, é preciso enfrentar a relutância de alguns profissionais na substituição das ferramentas computacionais existentes pelo sistema BIM e diante da decorrente alteração do processo de projeto proporcionado pela tecnologia. O uso do BIM requer da equipe de projeto uma integração muito diferente da que ocorre nos moldes tradicionais de projeto. A conformação da equipe influenciará diretamente nos resultados finais obtidos, tornando-se essencial um efetivo gerenciamento dos recursos humanos a fim de se obter um resultado satisfatório com o uso da ferramenta (KYMMEL, 2008).

2.3 Perspectivas para o BIM

Birx (2006) afirma que o CAD geométrico não mudou de maneira significativa a forma de trabalho dos arquitetos, apenas computadorizou a prática de desenho realizada anteriormente nas pranchetas. Segundo o autor, ao contrário do que ocorreu com os sistemas CAD tradicionais, que afetaram de forma restrita o processo de projeto, assim que houver a propagação do uso do BIM na indústria da construção civil haverá mudanças culturais em diversos aspectos referentes ao projeto, processos construtivos, serviços oferecidos, estrutura organizacional das empresas, entre outros. Segundo

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

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

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

A situação ideal para a definição dos elementos de projeto, por exemplo, seria que os fornecedores disponibilizassem seus catálogos num formato neutro, de forma que fosse possível baixar os objetos da internet com todas as especificações incluindo-os diretamente no projeto. Com a disponibilidade dos componentes pelos fabricantes, será possível reduzir o tempo gasto pelos projetistas com a modelagem, permitindo a inserção de objetos mais detalhados e alinhados aos produtos efetivamente disponíveis no mercado. Além disso, os fabricantes seriam responsáveis pela consistência das informações fornecidas que poderiam estar sendo atualizadas constantemente (IBRAHIM; KRAWCZYK; SCHIPPOREIT, 2004).

Outra grande tendência com a expansão do uso do BIM é o surgimento de novos softwares complementares ligados à estrutura, instalações prediais, planejamento da construção, estimativas de custo e análises diversas, que poderão se comunicar com o modelo arquitetônico, tomando-o como referência para realizar uma tarefa específica (IBRAHIM; KRAWCZYK; SCHIPPOREIT, 2004).

3. BIM NA PROMOÇÃO IMOBILIÁRIA

Segundo os dados da sétima edição do CONSTRUBUSINESS (FIESP, 2008b), a cadeia produtiva da construção civil mobilizou em 2007 11, 3% de um total de R\$

5,7 trilhões correspondentes ao PIB do ano, sendo que destes, 0,5% (equivalentes a R\$ 13 bilhões) correspondem à categoria Serviços imobiliários, onde estão incluídos projetos, atividades imobiliárias e manutenção de imóveis. Dentre as medidas e ações propostas para o setor, na conclusão do evento, destacam-se as recomendações de que se mantenha o foco em projetos e que se busquem medidas para reduzir custos do produto final, dentre outras (FIESP, 2008). Este é o pano de fundo sobre o qual se movimenta o mercado de serviços imobiliários, onde se inclui o de projetos de arquitetura. As decisões de investimentos dos dirigentes da atividade de projetos estão, naturalmente, sob a influência da conjuntura econômica e grande parte dos trabalhos gerados nesse setor são provenientes da conversão das oportunidades do mercado imobiliário em projetos para construção, cujo principal agente é o promotor imobiliário.

A adoção ou não do BIM pelas empresas de projetos configura-se, portanto, como uma decisão estratégica ligada não apenas a práticas tecnologicamente avançadas para o setor de projetos, mas deve basear-se, também, na observação sobre os desafios e oportunidades presentes no cenário empresarial. O BIM pode ser classificado como uma abordagem (ITO, 2007), ao invés de uma tecnologia, embora “exija uma tecnologia aceitável, ... como o CAD paramétrico” (op.cit) e isso amplia o espectro de análise sobre a sua adoção, sugerindo a necessidade de uma visão gerencial e sistêmica sobre a atividade de projeto.

Prioritariamente, projetos são demandados para viabilizar tecnicamente investimentos produtivos, o que os subroga ao empreendedor, ao promotor imobiliário. Fabrício (2002) descreve o desenvolvimento de empreendimentos de construção em três fases:

Segundo análise de Gobin (1993), [...] primeiramente, o empreendedor se propõe a promover um novo produto partindo de sua experiência e da demanda verificada no mercado para desenvolver um programa que é colocado a um arquiteto que em geral identificará falhas no programa e proporá a reabertura do funil de forma a incluir suas próprias ambições. Por fim, a construtora tende a identificar falhas nos projetos, principalmente no tocante à construtibilidade levando à nova reabertura do funil que representa o processo de amadurecimento do projeto.

Ao iniciar o processo de geração de empreendimentos é muito importante que o empreendedor consiga informações mais estruturadas sobre a edificação que vai

promover. É importante também que lide com orçamentos detalhados e que ele aprofunde ao máximo as noções sobre a administração de sua empreitada de modo a avaliar melhor os riscos e corrigir o quanto antes desvios ou distorções que possam vir a ocorrer no gerenciamento da construção que conduzirá. A adoção do BIM permite um melhor encadeamento entre as oportunidades de construção oferecidas no mercado imobiliário e a realização da edificação, que se faz através do projeto, constituindo-se numa ferramenta valiosa para o empreendedor, na medida em que pode auxiliar nas suas decisões permitindo que lide com informações gerenciais mediante a manipulação de um modelo virtual do edifício. Dessa forma, ele pode controlar adaptar e modificar a edificação muito antes dela se tornar realidade. E isso representa redução de custos e riscos, melhorando as chances de sucesso e a qualidade do processo.

4. USO DO BIM EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA

4.1 Metodologia

Este documento baseia-se na análise de estudos de campo, fazendo parte de uma dissertação de mestrado, no âmbito do grupo de pesquisa NITCON-UFF e da Rede BIM Brasil.

A seleção das empresas para os estudos foi realizada a partir de contato junto a revendedores e centros de treinamento de softwares BIM. Obteve-se uma lista inicial com cerca de trinta empresas e verificou-se que alguns escritórios, mesmo investindo na compra de programas e treinamento de pessoal, ainda não utilizavam amplamente os softwares. A compra do software BIM sem objetivo de empregá-lo pode estar atribuída à prática comercial de um determinado fornecedor que ofereceu pacotes CAD com aplicativo BIM incluído, sem aumento de custo.

O levantamento de dados ocorreu com a aplicação de um questionário, criado como um formulário eletrônico, onde o entrevistado preenchia os campos no próprio arquivo digital. A formulação das questões foi realizada a partir da análise de estudos semelhantes no contexto internacional e de conversas preliminares com usuários e revendedores no Brasil. As questões propostas apresentavam-se no formato de múltipla escolha permitindo mais de uma resposta, sem número máximo de marcações.

Foi realizado um teste preliminar do questionário, aplicado inicialmente em apenas um escritório, a partir do qual foram realizados alguns pequenos ajustes. Após a finalização do documento foi feito um contato inicial por telefone com as empresas previamente selecionadas e o questionário foi enviado por e-mail para os escritórios nos meses de agosto e setembro de 2008. Após os contatos houve uma resposta de 13 (dez) empresas.

Em outubro de 2008, foi realizada uma reunião no IAB-RJ com alguns dos escritórios pesquisados e outros interessados, contando com cerca de trinta participantes, onde as questões levantadas puderam ser abordadas com mais profundidade.

4.2 Caracterização das empresas pesquisadas

A pesquisa em questão foi realizada junto a 13 (treze) escritórios de arquitetura usuários da tecnologia BIM localizados nas cidades do Rio de Janeiro (7 empresas), São Paulo (5 empresas) e Curitiba (1 empresa). São empresas de pequeno porte, tendo 69,23% delas até 15 funcionários (figura 1). Quanto ao estágio de implantação do BIM, conforme pode ser observado na figura 2, no momento da pesquisa 46,15% dos escritórios utilizavam a tecnologia em um projeto piloto ou uma equipe de projeto, 23,08% utilizavam na maioria dos projetos e outros 23,08% já utilizavam em todos os projetos.

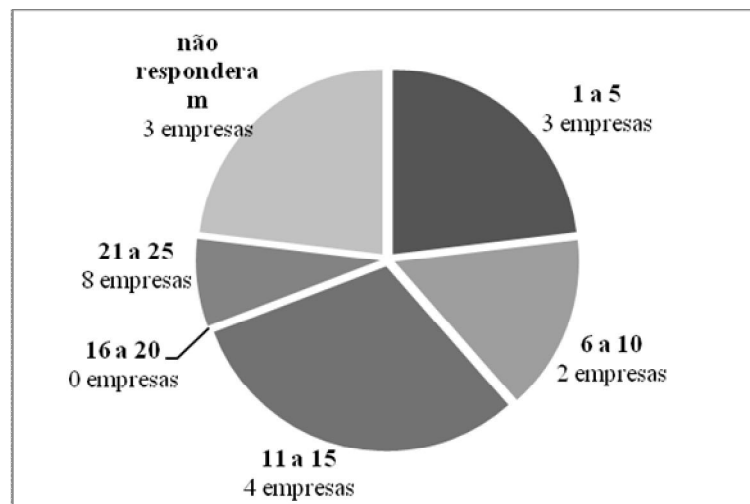


Figura 1: Número de Funcionários

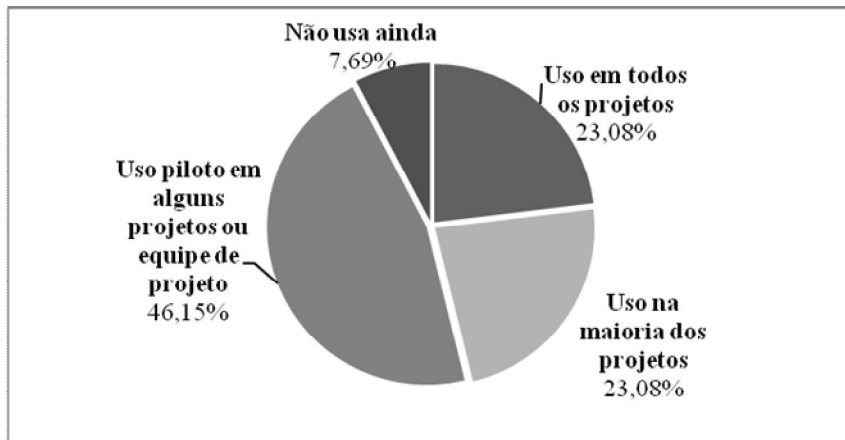


Figura 2. Estágio de implantação do software BIM

As figuras 3 e 4 apresentam o ano de aquisição dos softwares e o tempo que a empresa utiliza o software efetivamente.

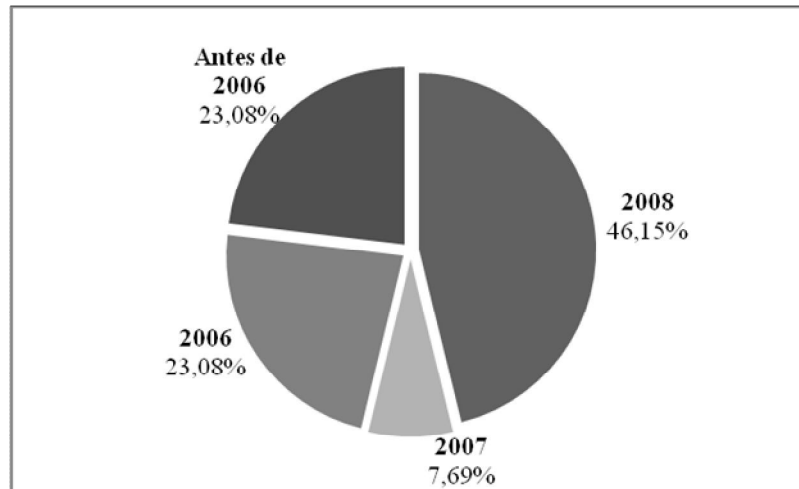


Figura 3. Ano de aquisição do software

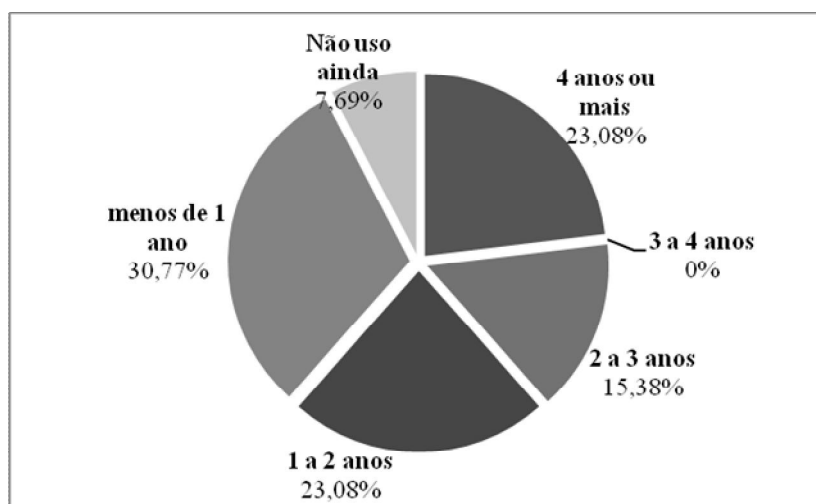


Figura 4. Tempo que a empresa utiliza efetivamente o software

Como se pode verificar na tabela 1, o tempo entre a aquisição do programa e a sua efetiva implantação é relativamente curto. No entanto, não é possível afirmar que na maioria dos casos o uso se inicia pouco tempo após a aquisição do software. Pelo contrário, existe um grande número de empresas que compraram os softwares e ainda não os utiliza amplamente.

	SOFTWARE UTILIZADO	ADQUIRIDO EM	TEMPO DE USO	ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO
Empresa 1	Revit	2006	1 ano e 6 meses	Uso piloto em 1 projeto ou equipe de projeto
Empresa 2	Revit	antes de 2006	4 anos e 8 meses	Uso em todos os projetos
Empresa 3	Revit	2007	1 ano	Uso piloto em 1 projeto ou equipe de projeto
Empresa 4	Revit	2008	8 meses	Uso piloto em 1 projeto ou equipe de projeto
Empresa 5	Revit	2008		Não usa ainda
Empresa 6	Revit	2008	5 meses	Uso na maioria dos projetos
Empresa 7	Revit	2006	1 ano e 8 meses	Uso piloto em 1 projeto ou equipe de projeto
Empresa 8	Revit	2006	2 anos	Uso piloto em 1 projeto ou equipe de projeto
Empresa 9	Revit	antes de 2006	4 anos	Uso na maioria dos projetos
Empresa 10	Revit	2008	7 meses	Uso em todos os projetos
Empresa 11	Archicad	2008	2 anos e 6 meses	Uso na maioria dos projetos
Empresa 12	Archicad	antes de 2006	mais de 4 anos	Uso em todos os projetos
Empresa 13	Revit	2008	3 meses	Uso piloto em 1 projeto ou equipe de projeto

Tabela 1. Caracterização da utilização dos softwares BIM

4.3 Por que buscou a tecnologia

Os escritórios de projetos apontam como motivos para adoção do BIM aspectos ligados ao desempenho do desenho do projeto e ao modo usual de projetar. O aspecto mais citado para busca da tecnologia diz respeito a melhoria da qualidade do projeto (21,28%). Outros fatores em destaque são (figura 5): facilitar as modificações de projeto (17,02%), diminuir prazo de entrega e carga horária por projeto (17,02% e 14,89%, respectivamente) e melhorar a apresentação dos projetos (12,75%).

O uso do BIM permite a melhoria do projeto com diminuição de erros uma vez que antecipa as definições de projeto, e desta forma evita problemas em etapas futuras,

onde as modificações costumam gerar conseqüências maiores. A facilidade de visualização através de inúmeros cortes, vistas e perspectivas também contribui para a geração de soluções de projeto mais inteligentes.

A tecnologia BIM permite que as modificações de projeto sejam realizadas facilmente através da parametrização dos objetos. Aliado a isso, a geração automática de vistas e cortes indica uma possível redução de trabalho. Com isso, os escritórios esperam diminuir o prazo de entrega a partir da redução da carga horária despendida em cada projeto.

A apresentação de projetos pode ser melhorada com relação ao CAD, uma vez que o BIM facilita a adequação das escalas, tamanhos de textos e indicações. Além disso, é possível gerar perspectivas de maneira rápida e apresentá-las de forma bastante profissional ao cliente.

A pesquisa indica ainda que alguns clientes já percebem as vantagens da abordagem BIM (2,13%), no entanto, esse número ainda é bastante restrito, o que indica que na maior parte dos casos a decisão pela implantação tem partido dos próprios escritórios, visando a melhoria de seus processos.

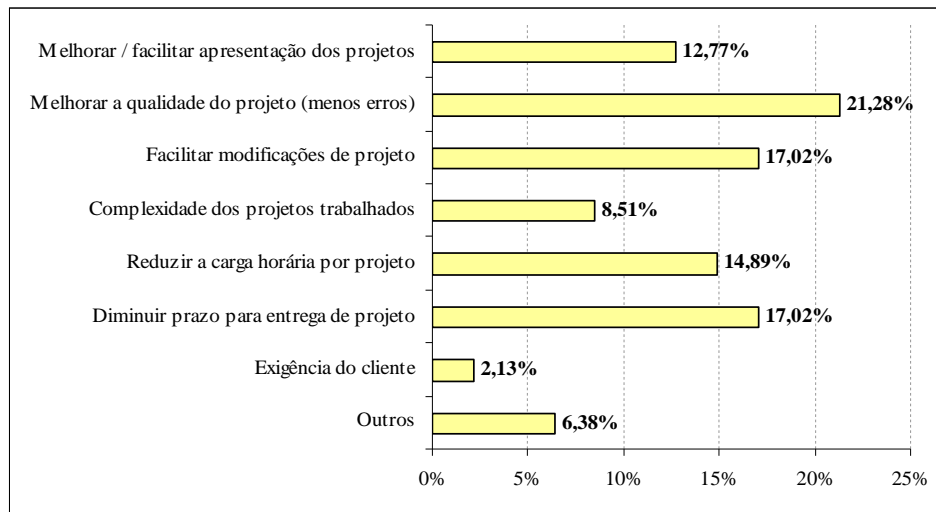


Figura 5: Por que buscou a tecnologia

Segundo reportagem publicada no site Cadlyst, dois escritórios brasileiros, Contier Arquitetura e Aflalo & Gasperini, resolveram, por razões distintas, adotar o BIM (RUNDELL, 2006). Contier decidiu otimizar sua produtividade, minimizando o tamanho do escritório e maximizando sua capacidade tecnológica e implementou o

BIM em 2004, tornando-se um dos primeiros escritórios do Brasil a adotar a tecnologia. Dessa forma dá conta de projetos de grande porte com alta performance e qualidade, conseguindo coordenar toda a informação de modo integrado. Aflalo& Gasperini, uma das primeiras empresas de arquitetura e planejamento urbano do País, na época com 25 arquitetos, atende a uma demanda de grandes projetos Brasil afora e afirma que investe constantemente em tecnologia para redução do “gap entre projeto e construção”.

4.4 Dificuldades de implantação

Uma das maiores dificuldades apontadas pelos escritórios refere-se a falta de tempo para implantação da tecnologia (25%). A escassez de profissionais com domínio sobre os softwares leva os escritórios a oferecer treinamentos que demandam tempo e investimento. Cerca de 85% das empresas pesquisadas forneceram treinamento aos seus funcionários. Além disso, trabalhar com o BIM demanda não apenas o aprendizado de novos comandos mas, principalmente, exige do profissional uma nova forma de pensar o processo de projeto. Assim, a resistência a mudança de software pela equipe (25%) acaba sendo outra barreira a ser vencida para a implantação dos softwares.

A incompatibilidade com parceiros de projeto também foi um item bastante citado (16,67%). O fato é que a revolução está se iniciando pelos escritórios de arquitetura e a tecnologia BIM ainda está sendo pouco utilizada por outros projetistas (instaladores, calculistas).

Existe certa preocupação dos escritórios com investimento em equipamentos para suportar os softwares (8,33%). Em geral os arquivos gerados nos programas BIM são muito grandes e exigem muita capacidade de processamento.

Alguns escritórios alegaram que o software não se adequa ao trabalho desenvolvido (8,33%). Este ponto foi citado por empresas que afirmam não trabalhar com projetos que seguem um mesmo “padrão”. Desta forma, os arquitetos acabam levando muito tempo modelando componentes que são exclusivos daquele determinado projeto e que não poderão ser aproveitados em outros trabalhos. Tal aspecto pode estar relacionado também ao baixo nível de industrialização da construção no Brasil, com poucos componentes pré-montados

ou pré-fabricados. Disso resulta uma escassez de produtos ofertados em bibliotecas BIM obrigando o projetista a suprir essa deficiência do setor.

A figura 6 demonstra as principais dificuldades identificadas pelas empresas:

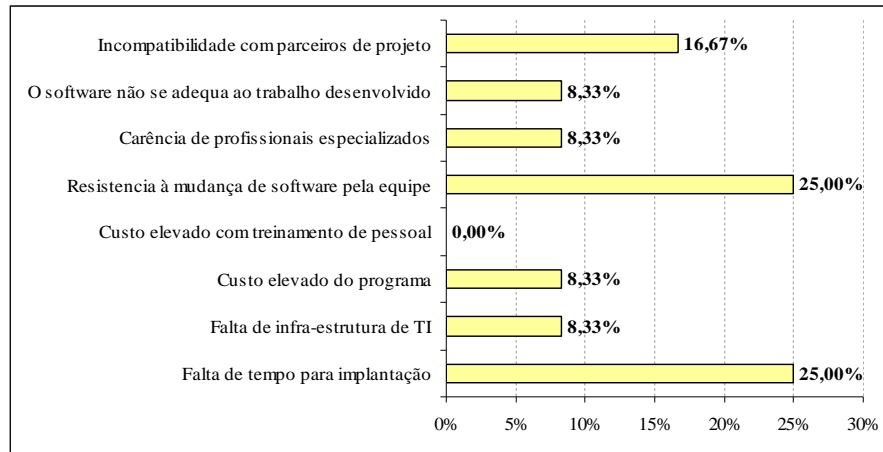


Figura 6: Dificuldades para implantação da tecnologia BIM

4.5 Vantagens do BIM

Observa-se na figura 7 que as principais vantagens identificadas pelos entrevistados foram a diminuição de erros de desenho (14,28%) e a facilidade nas modificações de projeto (14,28%). Tais aspectos podem ser relacionados a parametrização de objetos, que permite a correção automática de cortes, vistas e outros elementos. A visualização 3D facilitada (14,28%) permite melhorar o entendimento do projeto pelos envolvidos e facilita as soluções de projeto. A melhoria na troca de informações não foi identificada como vantagem pelos participantes da pesquisa uma vez que os projetistas complementares (calculistas e instaladores) ainda não estão utilizando a tecnologia BIM. Observa-se que apesar dos escritórios desenvolverem o projeto de arquitetura em modelo BIM, o arquivo acaba sendo repassado para os projetistas de complementares em DWG, perdendo inúmeras informações e todo o potencial do BIM na parametrização de dados. Ao mesmo tempo torna-se difícil incorporar as informações dos projetistas repassadas em DWG ao modelo BIM. Desta forma, percebe-se que não está ocorrendo a criação plena do modelo, que fica restrito às informações de arquitetura.

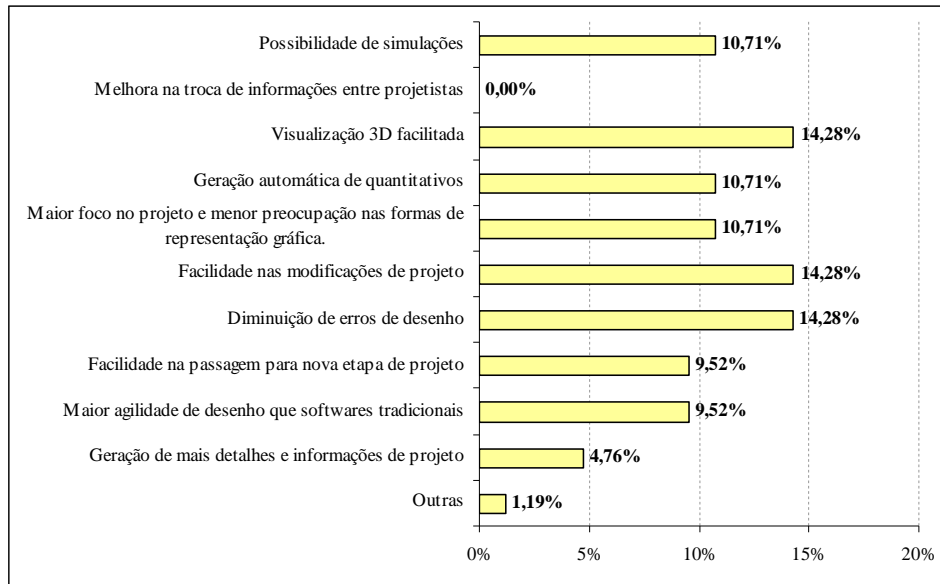


Figura 7: Vantagens do BIM

4.6 Dificuldades do BIM

As maiores desvantagens apontadas pelos entrevistados (figura 8) referem-se ao custo elevado dos softwares (25%) e ao tempo necessário para treinamento de pessoal (18,75%), o que coincide, em grande parte, com as observações de Ito (2007). Segundo este autor, embora a tecnologia exista para melhorar a eficiência e a eficácia na manipulação dos dados multiciplinares que envolvem a construção de uma edificação, o setor resiste em adotá-la, pelo longo processo de aprendizagem e pelos custos envolvidos na implementação do sistema. Este autor acrescenta que os softwares em oferta ainda são deficientes, o que fica confirmado no levantamento onde os escritórios revelaram ter dificuldades nos próprios softwares (12,60%) além da preocupação com o tamanho dos arquivos gerados (15,63%).

Outro fator identificado foi a falta de compatibilidade com outros programas (9,38%). As empresas afirmaram que há uma imensa dificuldade na troca de arquivo entre os diversos programas e até mesmo na conversão do arquivo BIM para DWG. Alguns escritórios apontaram como desvantagem a falta de adaptação dos softwares aos padrões construtivos nacionais (9,38%). Acreditava-se inicialmente que este seria um dos grandes problemas identificados pelos escritórios na tecnologia BIM. No entanto, a pesquisa demonstrou que as empresas não apresentam grande preocupação com esse ponto.

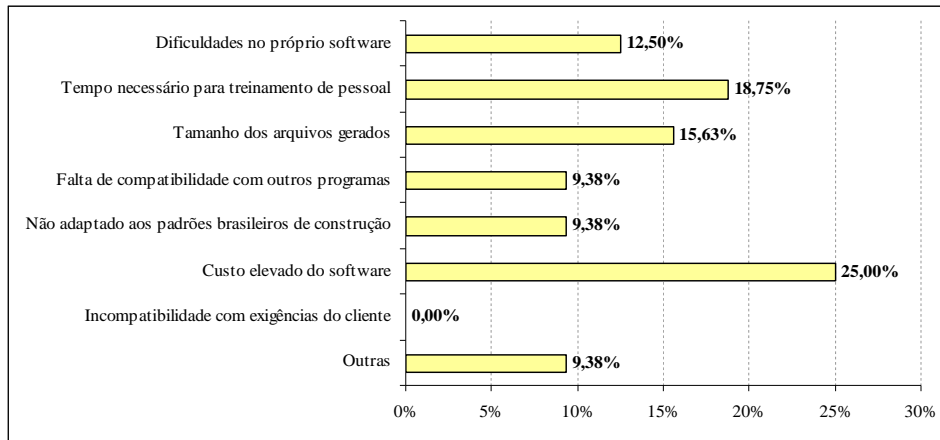


Figura 8: Dificuldades do BIM

4.7 Uso de softwares e troca de informações de projeto

A pesquisa demonstrou que as empresas adeptas ao BIM continuam utilizando softwares CAD como ferramenta de apoio. Muitos escritórios trabalham aproveitando a biblioteca de desenhos já criada no CAD, que pode ser levada para o software BIM, deixando os arquivos mais leves. A tabela 2 demonstra a utilização dos softwares de acordo com as etapas de projeto desenvolvidas pelos escritórios:

Etapas de Projeto	Não costuma fazer essa etapa	BIM		Outros	Outros softwares mais utilizados
		Usa	Não usa, mas pretende usar nos próx. 6 meses		
Estudo de viabilidade	11%	37%	11%	42%	Autocad Sketchup
Estudos preliminares	0%	53%	6%	41%	Autocad Sketchup
Anteprojeto	0%	50%	11%	39%	Autocad Sketchup
Projeto Legal	0%	56%	11%	33%	Autocad
Projeto Executivo	0%	47%	18%	35%	Autocad
Projeto para Produção	13%	40%	20%	27%	Autocad

Tabela 2. Utilização de softwares conforme etapas de projeto

Quanto à troca de informações de projeto (figura 9), os escritórios afirmam que grande parte dos arquivos são salvos em DWG (44,44%) facilitando a abertura pelos demais intervenientes do processo que ainda não adotaram a tecnologia (projetistas complementares e o próprio cliente). Arquivos PDF e DWF receberam

respectivamente 25,93% e 14,81% de porcentagem de citação. Os arquivos IFC não apresentaram nenhuma citação. Acredita-se que com o crescimento na utilização dos programas e suas possibilidades haverá aumento do uso desse padrão no Brasil.

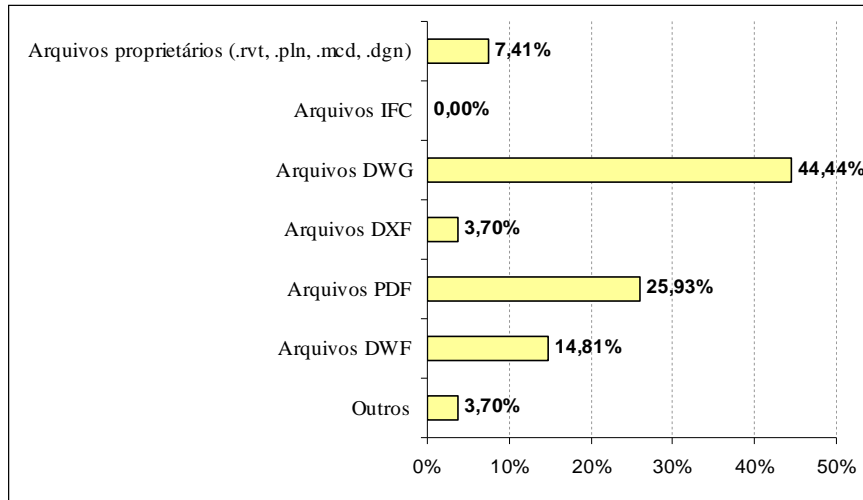


Figura 9. Formatos utilizados na troca de informações de projeto

4.8 Mudanças identificadas

A maioria absoluta dos consultados no levantamento (72,73%) afirma que não alcançou redução com relação ao prazo de projeto (figura 10) assim como, 66,67% dos entrevistados relataram que não houve redução na equipe para mesma carga horária de projeto (figura 11). Isso pode se dever ao uso restrito do BIM. Acredita-se que mudanças podem tornar-se evidentes a partir do seu uso mais intensivo e do entendimento dos benefícios do BIM para promotores imobiliários e para escritórios com demanda de projetos de grande porte ou complexidade. Alguns escritórios afirmam que realmente não houve redução de prazo de projeto, mas o BIM propiciou ganho de tempo na fase concepção e a geração de novos produtos e serviços antes não oferecidos ao cliente.

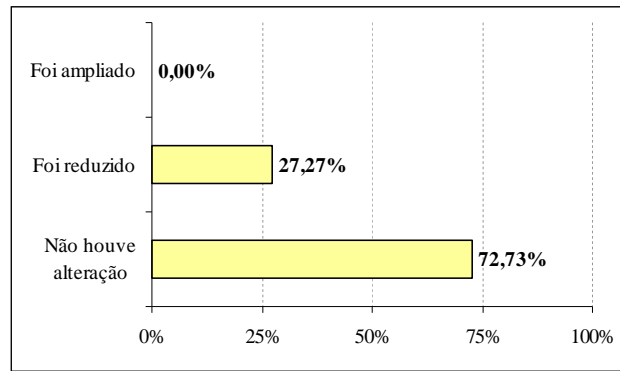


Figura 10: Mudanças identificadas – Prazo de Projeto

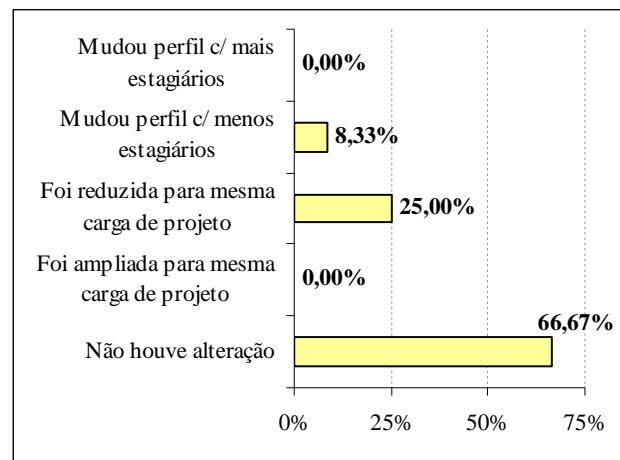


Figura 11: Mudanças identificadas – Equipe de projeto

Nos itens “Qualidade de Projeto” (figura 12), e “Qualidade da apresentação” (figura 13), as respostas indicam que os escritórios notaram uma elevação no nível de qualidade do projeto, pela possibilidade de antecipação de problemas, facilidade de compatibilização e diminuição de erros de projetos. Além disso, houve melhoria na organização das informações, com maior entendimento do projeto pelos projetistas e pelos clientes.

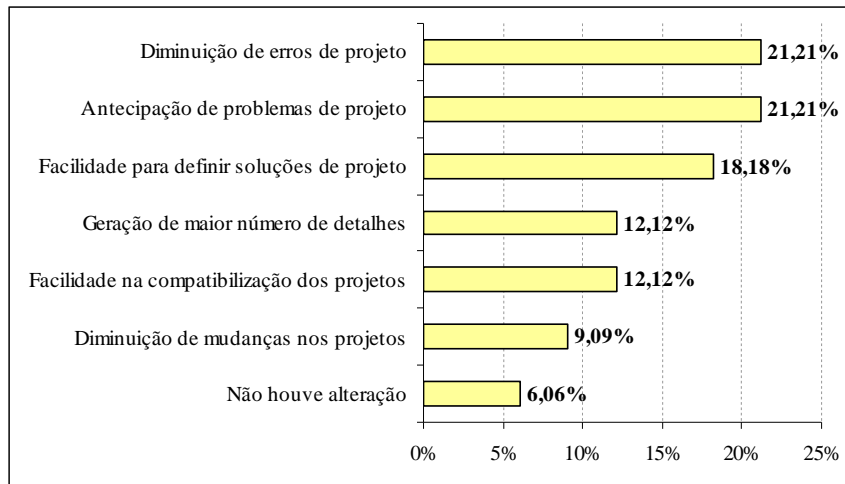


Figura 12: Mudanças identificadas – Qualidade de projeto

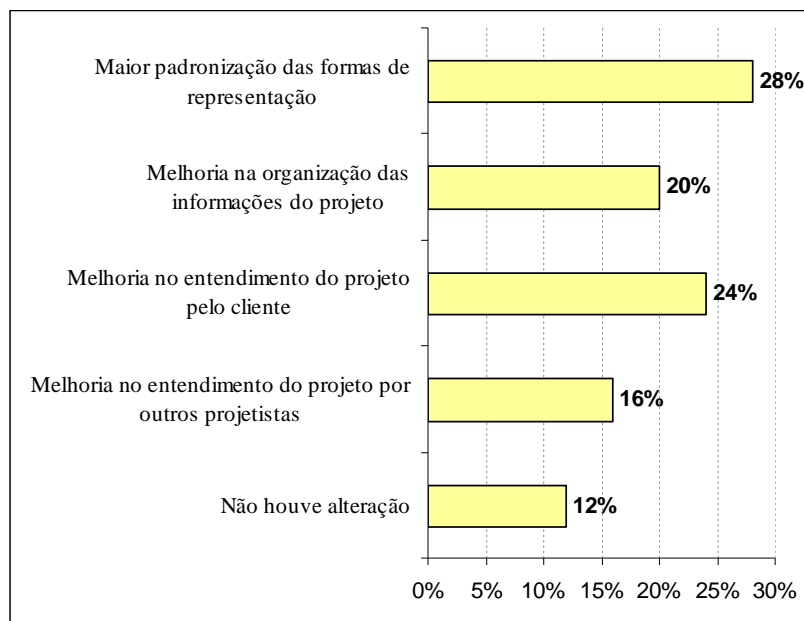


Figura 13. Mudanças identificadas – Qualidade da apresentação

Quanto aos “Produtos finais” (figura 14) observa-se uma antecipação das soluções de projeto, a disponibilização de um volume maior de informações em cada etapa e a geração de novos produtos antes não executados pelo escritório. Assim, os escritórios fornecem ao cliente serviços de levantamento de quantitativos, imagens, vídeos, entre outros. Isso diversifica o trabalho da empresa, abrangendo seu campo de atuação.

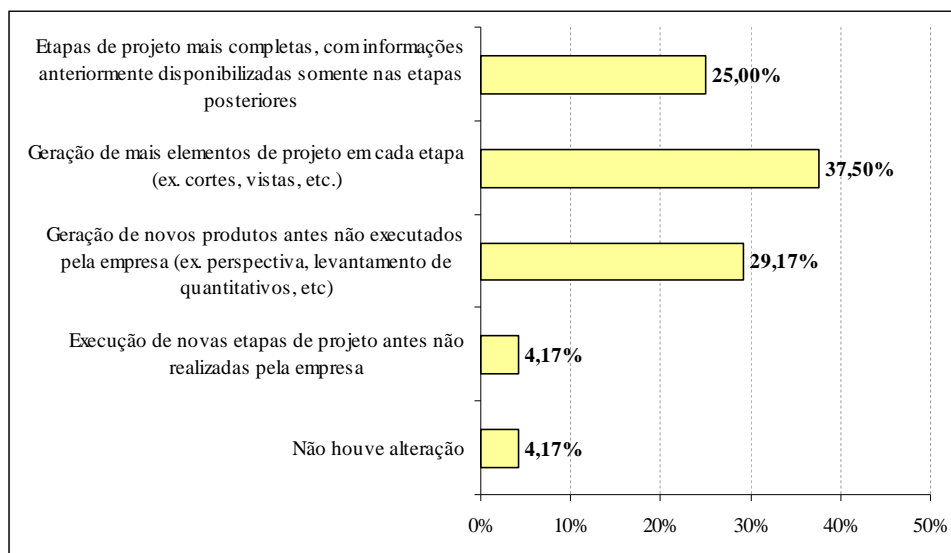


Figura 14: Mudanças identificadas – Produtos finais

	TEMPO DE USO	EQUIPE DE PROJETO	PRAZO DE PROJETO	PRODUTOS FINAIS GERADOS
Empresa 1	1 ano e 6 meses	Não houve alteração	Não houve alteração	Mais informações
Empresa 2	4 anos e 8 meses	Foi reduzida	Foi reduzido	Mais informações e Novos produtos
Empresa 3	1 ano	Não houve alteração	Não houve alteração	Não houve alteração
Empresa 4	8 meses	Não respondeu	Não respondeu	Não respondeu
Empresa 5	iniciando implantação	Não respondeu	Não respondeu	Não respondeu
Empresa 6	5 meses	Foi reduzida	Não houve alteração	Mais informações e Novos produtos
Empresa 7	1 ano e 8 meses	Não houve alteração	Não houve alteração	Mais informações
Empresa 8	2 anos	Não houve alteração	Não houve alteração	Mais informações e Novos produtos
Empresa 9	4 anos	Não houve alteração	Não houve alteração	Mais informações e Novos produtos
Empresa 10	7 meses	Não houve alteração	Não houve alteração	Mais informações
Empresa 11	2 anos e 6 meses	Foi reduzida	Foi reduzido	Mais informações e Novos produtos
Empresa 12	mais de 4 anos	Não houve alteração	Foi reduzido	Mais informações e Novos produtos
Empresa 13	3 meses	Não respondeu	Não respondeu	Não respondeu

Tabela 3. Relação entre tempo de uso do BIM e principais mudanças identificadas

Observa-se na tabela 3 que algumas empresas que utilizam o software há mais tempo (empresas 2, 11 e 12) alcançaram a redução do prazo de projeto, o que não é

unânime visto que a empresa 9 já utiliza o BIM há 4 (quatro) anos e não obteve esta redução.

Uma possibilidade é que a redução de prazo não seja aplicada mas haja redução de carga horária aplicada. A não redução de prazo pode estar atribuída à alteração de escopo, com os projetistas agregando novos produtos (perspectivas, vistas 3D, etc.) ou pode também ser explicada pela demanda de modelagem dos objetos, conforme já apontado anteriormente.

5. QUESTÕES LEVANTADAS / NECESSIDADES IDENTIFICADAS

5.1 Criação de um padrão para uso do BIM

Uma das necessidades destacadas pelas empresas pesquisadas é o estabelecimento de um padrão para uso do BIM, abrangendo não só bibliotecas de materiais e produtos correntes no nosso mercado, como fases usuais de processo de projeto e a modelagem seus respectivos produtos. Acredita-se que poderia ser criado um padrão a ser utilizado por todos os escritórios, disponibilizado pelas empresas que desenvolvem os softwares. Este padrão deve ser construído de forma cooperativa, com a participação de toda cadeia produtiva. Especialistas acreditam que as empresas de softwares poderão adaptar seus programas ao constatarem que haverá retorno financeiro. Assim um gabarito ou *template* com padrões e nomenclaturas brasileiros poderá ser criado a partir da demanda, com o aumento do número de usuários no país.

5.2 Autoria de projetos

Com o BIM surge a idéia de que se forneceria o modelo ao cliente, que pode inserir novas informações ao longo do ciclo de vida da edificação. Com isso é preciso encontrar uma forma de trabalho em que os direitos do arquiteto sobre o projeto sejam resguardados ao longo do ciclo de vida do produto e não apenas como direitos autorais sobre a concepção, pois o modelo será explorado por um longo período de tempo, por diversos especialistas. Outra questão levantada está relacionada à responsabilidade de projeto. Ao inserir uma família com informações detalhadas do sistema de um objeto (uma porta, por exemplo) torna-se necessário identificar a responsabilidade de cada informação associada, se ela teve origem no

projetista ou veio do fabricante. Deve ser estabelecido também o do conjunto de dados que devem compor suas “property sets” (conjuntos de propriedades) para as diferentes famílias de componentes.

5.3 Nível de informações de projeto

As informações necessárias sobre componentes variam conforme a fase do projeto, o que leva à necessidade de versões variadas do mesmo objeto. O ideal seria ter vários níveis de desenho do mesmo objeto, um com todas as informações e detalhes e outras versões mais simplificadas. Outro ponto analisado diz respeito à contribuição dos fabricantes em termos de informação nesses novos padrões de modelagem. Acredita-se que os fabricantes irão desenvolver os componentes de acordo com as necessidades identificadas pelos arquitetos. Além disso, foi constatado na pesquisa que diversos atributos disponíveis nos softwares não estão sendo utilizados (preço, por exemplo).

5.4 Como ganhar mais com projetos em BIM?

Uma das questões colocadas pelos escritórios é como fazer o cliente reconhecer a qualidade dos projetos desenvolvidos com o BIM e como ser remunerado por este aspecto. Alguns escritórios afirmam que acabam ganhando com o fornecimento de novos produtos (imagens, levantamento de quantitativos, entre outros). É interessante notar que os escritórios não apontaram ganhos de produtividade ou redução de prazos nos serviços. Porém isto talvez se deve ao tempo relativamente longo para incorporar vantagens deste tipo ou pela utilização das horas ganhas em virtude de uma suposta maior eficiência decorrente do uso de BIM em atividades de melhoria da qualidade do projeto.

5.5 Ensino do BIM

A universidade, como berço da inovação tecnológica, não pode ficar estática diante da revolução que se apresenta e deve contribuir na formação de profissionais preparados para o mercado de trabalho futuro. Hoje os currículos estão defasados quanto aos aspectos tecnológicos e metodológicos, atrelados ainda a um modo sequencial ou linear para o desenvolvimento dos projetos.

6. CONCLUSÕES

Entre os principais resultados alcançados nesse trabalho pode-se destacar a formulação de um diagnóstico da implantação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura brasileiros, a partir da análise de empresas no Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba. Embora a amostra pareça diminuta, acreditamos que ela seja representativa dos escritórios que utilizam a tecnologia, pois este universo ainda é também bastante restrito.

Os principais motivos apontados para busca de utilização da tecnologia BIM dizem respeito à diminuição de erros de projeto e aumento de qualidade. A pesquisa indica que esses resultados estão sendo alcançados pelos escritórios de arquitetura analisados.

A maioria dos escritórios não indicou uma redução de prazo de projeto com a utilização do BIM, ao contrário de diversos estudos internacionais. Acredita-se que essa redução só será possível com a experiência de uso da tecnologia, com a maior adaptação dos profissionais aos softwares e com a inserção efetiva dos demais projetistas e agentes no processo como um todo. Entretanto como o conteúdo de um projeto realizado com recurso desta tecnologia forçosamente é maior que o comumente disponibilizado nos projetos a comparação de homens hora entre projetos realizados com CAD e com BIM talvez seja inadequada no caso brasileiro.

Observa-se na pesquisa, que o BIM propiciou um aumento da quantidade de informações disponíveis nos projetos realizados. Além disso, houve a geração de novos produtos antes não oferecidos ao cliente, como levantamentos de quantitativos e imagens 3D.

Outro ponto a ser destacado é que o uso do BIM ainda encontra-se muito restrito aos escritórios de arquitetura. A compatibilização de projetos que poderia ser facilitada, ajudando na diminuição de erros e facilitando as soluções de projeto, na verdade ainda ocorre nos moldes tradicionais do CAD. A tecnologia está sendo usada mais como ferramenta de concepção e como facilitadora do processo de projeto dentro do escritório de arquitetura, não atingindo diretamente outros processos ligados à produção do edifício. É preciso que haja maior participação de fornecedores e clientes no processo para que maiores vantagens sejam alcançadas

com a tecnologia. Fica claro que a questão da integração dos projetos precisa evoluir para que se garantam maiores lucros de tempo e ainda mais qualidade no projeto.

Os softwares ainda precisam evoluir no que diz respeito a interoperabilidade. Muitas informações de projeto se perdem com a realização de trocas de arquivo em diversos formatos. A efetiva implantação de arquivos IFC pode ser um caminho para minorar estes problemas.

A utilização do BIM induz a redefinições quanto ao gerenciamento do processo de projeto e à discussão sobre as possibilidades ainda não exploradas pelos escritórios de projeto brasileiros. Os resultados do levantamento realizado nessa pesquisa indicam que a transição do uso do CAD para o BIM exige uma série de adaptações no processo de trabalho dos escritórios que se apresentam como barreiras para a adoção dos softwares.

Embora não seja a única motivação para adoção do BIM, a promoção de empreendimentos imobiliários é um espaço de uso do BIM a se explorar e conhecer. É importante que a visão do arquiteto e os recursos do incorporador dividam o mesmo peso e responsabilidade sobre a qualidade e desempenho da edificação. E é nela que essa integração se inicia.

As empresas contratantes ainda não estão exigindo a utilização da tecnologia BIM pelos escritórios de arquitetura. As construtoras ainda estão apenas começando a enxergar as reais vantagens oferecidas pelos projetos desenvolvidos em BIM e a sua influência positiva sobre os demais processos da construção. Com a cobrança maior por esses clientes, os escritórios não terão como evitar essa evolução. Nesse momento as empresas que hoje estão se aventurando na implantação do BIM estarão a frente no mercado.

REFERÊNCIAS

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Construção Civil - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

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, G. W. **Getting started with Building Information Modeling**. The American Institute of Architects - Best Practices, 2006. Disponível em http://www.aia.org/bestpractices_index. Acessado em: 13.12.2008.
- CAMPBELL, D. A. **Building information modeling: the Web3D application for AEC**. In Proceedings of the Twelfth international Conference on 3D Web Technology (Perugia, Italy, April 15 - 18, 2007). Web3D '07. ACM, New York, NY, 173-176. Disponível em <http://doi.acm.org/10.1145/1229390.1229422>. Acessado em: 10.10.2008
- CHENG, J.; LAW, K.H.. **Using Process Specification Language for Project Information Exchange**. 3rd International Conference on Concurrent Engineering in Construction. University of California: Berkeley, 2002. p. 63-74. Disponível em <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.23.7277.pdf>> Acesso em 08set. 2006.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**. A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley and Sons, 2008.
- FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. 2002. 329f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2002
- FIESP. FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Subsídios para uma política industrial para a Construção Civil – edificações**. Relatório Final – (versão beta). 2008a.
- FIESP. FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Construbusiness 2008**. São Paulo: FIESP, 2008b. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/deconcic/pdf/apreset_construbusiness_7ed.pdf> Acesso em 10jan.2009
- FRANK, R. BIM está mudando a maneira de projetar no mundo inteiro. **PINIWeb**, São Paulo, Noticiário Arquitetura. jun2008. Disponível em <<http://www.piniweb.com.br/constucao/arquitetura/bim-esta-mudando-a-maneira-de-projetar-no-mundo-inteiro-93523-1.asp>> Acesso em 10jan.2009
- GARCIA, A.C.B.; KUNZ, J.; EKSTORN, M.; KIVINIEMI, A. **Building a project ontology with extreme collaboration and virtual design & construction**. CIFE Technical Report 152. Stanford, CA: Stanford University, 2003. Disponível em <<http://cife.stanford.edu/online.publications/TR152.pdf>> Acesso em 10jan.2009.
- GOBIN, C. **Le cycle conception-construction-maintenance, la démarche proactive, une méthodologie reproductible à d'autres opérait**. In: BOBROFF, J.(ORG.).La gestion de projet dans la construction – enjeux, organisation, methodes et metiers. Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées, 1993. P.67-82.
- IBRAHIM, M.; KRAWCZYK, R.; SCHIPPOREIT, G. **Two approaches to BIM: A Comparative Study**. eCAADe Conference. Copenhagen, Dinamarca, 2004. Disponível em: <http://www.iit.edu/~krawczyk/miedcad04.pdf>. Acessado em: 13.12.2008.
- ITO, A. L. (2007). **Gestão da informação no processo de projeto de arquitetura**: estudo de caso. 2007. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Setor de Tecnologia Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2007.
- JACOSKI, C. A.; LAMBERTS, R. **Vetores de virtualização da indústria da construção. A integração da informação como elemento fundamental ao uso da TI**. IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Foz do Iguaçu, 2002. Disponível em: <http://www.infohab.org.br>. Acessado em: 08.07.08.

JUSTI, A. R. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, vol. 3, n. 1, p. 140-152, 2008. doi: [10.4237/gtp.v3i1.56](https://doi.org/10.4237/gtp.v3i1.56)

KALE S.; ARDITI D. **Diffusion os computer aided design technology em architectural practice**. Journal of Construction Engineering and Management (ASCE), v. 131, p.1135-1141, 2005. doi: [10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2005\)131:10\(1135\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:10(1135))

KIVINIEMI, A. **Requirements Management Interface to Building Product Models**. CIFE Technical Report 161. Stanford, CA: Stanford University, 2005. Disponível em <<http://cife.stanford.edu/online.publications/TR161.pdf>> Acesso em 10 jan.2009

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

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. 2003b.

RUNDELL, R. 1-2-3 REVIT: BIM in Brazil. **Cadalyst**– AEC. Newton-Massachussets-USA. 10mar2006. Disponível em <<http://aec.cadalyst.com/aec/article/articleDetail.jsp?id=311918>>. Acesso em 10 jan.2009.

SCHEER, S., ITO, A., AYRES FILHO, C. A., AZUMA, F., BEBER, M.. **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura**. VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Curitiba: UFPR, 2007.7 p.