

# O BIM e o ensino de projeto de edificações nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil em Minas Gerais

## Alexandre Monteiro de Menezes

Universidade FUMEC –  
Faculdade de Engenharia e Arquitetura - Brasil  
amenezes@fumec.br

## Maria de Lourdes Silva Viana

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

## Mário Lucio Pereira Junior

Universidade FUMEC –  
Faculdade de Engenharia e Arquitetura - Brasil  
mariopereira@fumec.br

## Sergio Ricardo Palhares

Universidade FUMEC – F  
Faculdade de Engenharia e Arquitetura - Brasil  
z3ap@uol.com.br

## ABSTRACT

This research investigates the use of BIM technology in education and practice of architectural design, structures and installations in buildings. From earlier research pointing the critical linear process of building design, the goal is to map out groups research, and university professors who research and apply this technology in order to know the state of the art in the field of professional practice and academic on the regional scene. The hypothesis is that with BIM, there are real advances in the world of construction civil, but also as opposed to the inadequacies contemporary process of teaching and designing projects.

**KEYWORDS:** BIM Technology; Design teaching; Architecture and Engineering

## Introdução

Esta pesquisa pretende investigar o impacto da tecnologia *BIM* (*Building Information Modeling*) no ensino de projetos de arquitetura, estruturas e instalações, nas escolas de Arquitetura e Engenharia Civil. A partir de resultados de pesquisas anteriores que apontam críticas ao processo linear de projeto de edificações e à compatibilização de informações, e a partir de dados conceituais encontrados que indicam adequações e inadequações do uso da tecnologia *BIM* nas diversas etapas de projetos de edificações, o objetivo desta pesquisa é mapear, com vistas a conhecer o estado da arte no campo da prática acadêmica no cenário estadual, os grupos de pesquisa, professores e universidades que investigam e aplicam esta tecnologia.

É sabido que, na maneira tradicional de se construir, o processo de planejamento é sequencial e fragmentado. Várias pesquisas recentes apontam para problemas nesta maneira tradicional de se construir (OKAMOTO, 2006; SANTOS, 2003; FABRÍCIO *et al*, 1999; MENEZES *et al*, 2008; MENEZES *et al*, 2009). Segundo Okamoto (2006), esta forma tradicional e sequencial de elaboração de projetos traz, como consequência, retrabalho,

desperdícios, alto custo da produção e baixa qualidade dos produtos finais.

Dessa forma, tendo como referência todas as dificuldades presentes na maneira tradicional de desenvolvimento de projeto, passou-se a pensar em uma metodologia que valorize a integração dos agentes e o trabalho colaborativo e simultâneo das equipes, bem como uma visão abrangente do binômio projeto/execução.

Inúmeras definições sobre o conceito de Engenharia Simultânea foram elaboradas por diversos autores. Porém, segundo Okamoto (2006), a partir da década de oitenta, iniciaram-se os primeiros estudos sobre Engenharia Simultânea voltada à indústria, sendo posteriormente adaptada ao setor de construção. Entretanto, a melhor tradução do termo original “*Concurrent Engineering*” seria Projeto Simultâneo.

O sistema *BIM* se apresenta como alternativa, sinalizando uma nova abordagem para as práticas profissionais na medida em que introduz uma nova maneira de manipulação das informações dos projetos parceiros, possibilita trabalho simultâneo entre os profissionais envolvidos no processo de construção civil.

A tecnologia permite avaliação e tomadas de decisões em todas as etapas de concepção e desenvolvimento do projeto, revelando coerência com um pressuposto do ensino que preconiza práticas de projeto que não sejam sequenciais. Apesar disso, verificam-se procedimentos herdados de uma tecnologia anterior que subutiliza as potencialidades do sistema e comprometem resultados (MENEZES *et al*, 2011)

De acordo com Menezes e outros (2011), o *BIM* ainda ocupa uma parcela reduzida do mercado de *softwares* para projetos, trazendo como uma das principais desvantagens o isolamento profissional em relação a outros escritórios e empresas que ainda utilizam outros tipos de *CAD*. Os principais desafios para implementar o sistema *BIM* parecem envolver o custo dos equipamentos e treinamento, escassez de profissionais treinados e a definição de protocolos de interoperabilidade entre os diversos sistemas. Outro fator que parece dificultar a expansão do uso do sistema é a biblioteca inadequada para o modo de construir brasileiro, fato já observado por outros pesquisadores.

Acredita-se que o *BIM* seja a nova tecnologia que irá contribuir tanto para o ensino de projeto de edificações quanto para o melhor desempenho do processo de projetos, minimizando erros, principalmente em obras. Assim, a partir do entendimento exposto acima, a hipótese é de que, com a tecnologia *BIM*, podem existir avanços reais no universo da construção civil, mas também inadequações quando contraposta ao processo contemporâneo de ensino e de concepção de projetos. A confirmação ou não desta hipótese, a partir do mapeamento proposto, poderá subsidiar desdobramentos para futuras pesquisas, testando as mudanças metodológicas de ensino de projeto de edificações, à luz das teorias contemporâneas, com uso da tecnologia *BIM*, em oficinas experimentais, disciplinas optativas ou cursos de extensão.

Segundo Checcucci e outros (2011), das publicações feitas por pesquisadores sobre o *BIM*, 24% se encaixam em uma categoria definida por eles como “descrições e análises sobre experiências de ensino utilizando o *BIM*”. Os autores afirmam ainda que a tecnologia *BIM* está aos poucos fazendo parte da preocupação no ensino da engenharia e arquitetura, e que é pequena a difusão de material sobre o tema, que possa ser acessado livremente, trazendo assim, dificuldades ao desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa. Entretanto indicam que a maior concentração de pesquisadores encontra-se nas regiões Sul e Sudeste do país, sendo que a maior concentração de artigos publicados sobre o *BIM* está em São Paulo.

Holland, citado por Barison e Santos (2011), afirma que as muitas companhias em todo o mundo que estão desenvolvendo projetos utilizando a tecnologia *BIM* procuram por profissionais que realmente possam

trabalhar em projetos *BIM*; e com o intuito de atender a essa demanda, varias matérias estão sendo implantadas pelas escolas para expor os alunos a essas novas ferramentas. No entanto, Barison e Santos (2011) ressaltam que além de novas, essas experiências acadêmicas se baseiam em pedagogias que ainda não foram consolidadas.

Segundo Kymell citado por Barison e Santos (2011) é possível que os cursos que planejam introduzir a tecnologia *BIM* em seu currículo enfrentem obstáculos como as circunstâncias do ambiente acadêmico, dificuldades no aprendizado, e/ou na utilização de ferramentas *BIM* e a não compreensão dos conceitos *BIM*.

Para Barison e Santos (2011), a colaboração é um dos conceitos fundamentais introduzidos pela tecnologia *BIM*, e a integração de diferentes disciplinas é necessária para seu uso e ensino. Entretanto, tradicionalmente, as instituições não têm interação entre seus departamentos, além do fato que nem todas as instituições possuem mais de um curso na área de Arquitetura, Engenharia e Construção.

## Metodologia

Para esta pesquisa, foi feita uma revisão da literatura para investigar e compreender um cenário estadual sobre escolas de arquitetura e engenharia de estruturas e instalações prediais, que estejam aplicando, desenvolvendo e investigando o suporte que os sistemas e aplicativos *BIM* disponibilizam para o ensino e para a prática profissional no processo de construção civil.

A seguir, foram identificadas e listadas, por meio de mapeamento estadual, pesquisas que aplicam a tecnologia na prática acadêmica, para verificação do impacto da tecnologia *BIM* no ensino de projetos de arquitetura, estruturas e instalações. Este mapeamento estadual se deu a partir de questionário enviado via correio eletrônico. As instituições e os profissionais entrevistados foram contatados via telefone, tiveram seu endereço eletrônico confirmado e receberam um email com o questionário. Estes dados foram utilizados para identificação dos estudos de caso. A partir da análise dos dados coletados no questionário e com base em estatística, foi definida uma amostra significativa de experiências acadêmicas no estado de Minas Gerais, para desenvolvimento de estudos de casos.

A análise dos dados dos estudos de casos selecionados possibilitou aferir a pertinência - ou não - dos dados encontrados em pesquisa conceitual, que sinalizam adequações e inadequações do uso da tecnologia *BIM* nas diversas etapas de projetos de edificações. A análise dos dados confrontados visa aferir se uma nova abordagem para o ensino e prática profissional aponta para uma desejável convergência das práticas

de aprendizagem nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura.

O produto gerado nesta pesquisa foi um mapeamento estadual de pesquisas que aplicam a tecnologia *BIM* na prática acadêmica, cuja análise possibilitou avaliar o impacto desta tecnologia no ensino e na prática de projetos de arquitetura, estruturas e instalações. Espera-se que o resultado desta análise possa contribuir na sistematização de procedimentos para melhorar a metodologia de ensino de projeto de edificações nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia.

Esta pesquisa se configura a partir do desdobramento de quatro edições de pesquisas anteriores, sendo elas: “Relação e comunicação entre o projeto de arquitetura e o projeto de estruturas na construção de edifícios, diante das novas tecnologias informáticas”; “Comunicação gráfica entre profissionais parceiros no projeto de edifícios, na era digital”, “Comunicação gráfica entre profissionais parceiros e suas consequências na etapa de construção de edifícios” e “O suporte da tecnologia *BIM* às teorias contemporâneas no ensino de projeto de edificações”. Todas estas pesquisas foram desenvolvidas na Universidade FUMEC, por Menezes e outros, em 2008, 2009, 2010 e 2011, respectivamente.

Os procedimentos metodológicos iniciam-se a partir da leitura das pesquisas anteriores, bem como anais de congressos, internet e referências bibliográficas resgatadas em artigos, teses e dissertações. Esta leitura procurou dar ênfase aos conteúdos que subsidiam as análises daqueles resultados que se aproximaram do objetivo da pesquisa corrente. A seleção dos textos a serem lidos começou pelo título, seguida pelos resumos, e posterior triagem, que pontuou os conteúdos a partir de uma maior aproximação com os objetivos da pesquisa. Adotou-se um modelo de fichamento para Referência Bibliográfica, com o objetivo de sistematizar os conteúdos pesquisados.

A revisão da literatura buscou evidenciar as experiências acadêmicas, no ensino de projeto de arquitetura e engenharia, envolvendo a tecnologia *BIM*. Buscou-se mapear grupos de pesquisa, professores e universidades que investigam e aplicam esta tecnologia, com vistas a conhecer o estado da arte no campo da prática profissional e acadêmica. Foram listados todos os cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Estado de Minas Gerais disponíveis no portal na *internet* do MEC (Ministério da Educação - Governo Federal). Foi enviado, via correio eletrônico, um questionário para as 80 escolas no estado, contendo 07 perguntas que buscavam identificar, primeiramente, a existência de pesquisas relacionadas ao assunto *BIM*, bem como de disciplinas de graduação que utilizam a tecnologia. Se positivas ambas as respostas, as perguntas seguintes procuravam identificar quais disciplinas da matriz curricular utilizavam a ferramenta, se havia

integração entre as disciplinas e, por fim, integração entre disciplinas de diferentes graduações. Também foi perguntado quais as dificuldades encontradas, a existência de material didático adequado aos estudantes e elaborado por quem e, por fim, se a experiência da instituição com o *BIM* se classifica como em um nível introdutório, intermediário, avançado ou outro, e com base nesta classificação, qual a experiência institucional realizada.

Este questionário foi enviado a todas as instituições de ensino de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil do estado de Minas Gerais, listados no *site* do MEC, os quais conseguimos obter algum contato (telefone, *e-mail*). A intenção era de um contato prévio via telefone que informaria a todos coordenadores dos cursos sobre o envio do documento. Para tais, efetuamos os primeiros envios do questionário, mas como o número de retorno obtido foi muito baixo, realizou-se um reenvio aos mesmos. Efetuado o reenvio, foram encaminhados os questionários para aqueles que não obtivemos contato via fone.

## Resultados

Dos questionários recebidos, foram selecionados quatro professores para estudos de caso. A seleção baseou-se na experiência e maturidade no uso do software apresentada pelos escolhidos. Os professores lecionam em duas universidades diferentes, sendo também distintas as disciplinas.

O primeiro professor entrevistado fez tentativas de se trabalhar em conjunto com docentes de outras disciplinas, mostrando um correto entendimento da potencialidade do *BIM* como uma ferramenta integradora que simula a edificação a ser construída e não mais somente a sua representação.

Apesar do seu esforço neste sentido, ainda não obteve resultados práticos, pois os cursos ainda acontecem em locais e horários diferentes e os alunos ainda não tiveram seu interesse despertado para esta necessidade. Da sua fala, vê-se que é necessário um maior envolvimento de todos os níveis – coordenadores, professores e alunos – e também uma discussão urgente para se chegar a uma melhor formatação de como oferecer a disciplina, de modo que ela se torne atrativa e viável em termos de formação de turmas multidisciplinares.

Pode-se perceber ainda que uma das dificuldades para a real implantação do *BIM* é que trabalhar efetivamente nesta plataforma impõe a necessidade de interação entre os profissionais, sendo este um ponto delicado, pois, como já apontado em pesquisas anteriores, ainda é comum os profissionais parceiros na elaboração de projetos de edificações trabalharem isoladamente.

O segundo professor que concedeu entrevista ao grupo

relatou sua a experiência (conforme entrevista anexa) e vê-se que ele tende a reproduzir historicamente o equívoco tantas vezes encontrado em pesquisas passadas, da subutilização de uma ferramenta recente, com a insistência em manter o mesmo raciocínio vigente. Este professor tem utilizado a plataforma BIM apenas para a modelagem da arquitetura da edificação escolhida por cada aluno para o seu trabalho. Desta forma, o software torna-se um mero modelador e não um programa de integração. Assim como no início da implantação do projeto assistido por computador, o uso dos programas seguia o raciocínio do desenho manual, equívoco similar vem ocorrendo: a simples substituição de um software da plataforma CAD por um da plataforma BIM, sem o devido e necessário planejamento para a mudança. Mudança de software e de atitudes em relação ao jeito de desenvolver o projeto, agora não mais de forma isolada.

Os entrevistados de número 3 e 4 lecionam na mesma universidade, para a mesma turma, em disciplinas diferentes. Os alunos elaboram um trabalho, em grupo, com orientações de vários professores de diferentes disciplinas práticas e teóricas, porém todas elas relacionadas à arquitetura, não sendo feita nenhuma interação com disciplinas de estruturas ou instalações. A ferramenta é utilizada somente como um modelador, caracterizando uma sub-utilização.

## Considerações Finais

O grupo recebeu retorno de aproximadamente 12 % dos questionários enviados, configurando os estudos de caso. Numa primeira avaliação destes estudos de caso, verificou-se que as experiências acadêmicas tendem a utilizar o sistema BIM a partir de um entendimento que está contaminado (ou é decorrente) por um *modus operandi* sob a lógica do desenho a mão e/ou do uso da tecnologia CAD, especialmente o AutoCAD. Ou seja, parece que os profissionais parceiros no processo de projeto de edificações ainda trabalham de forma isolada, não utilizando os benefícios do sistema BIM, pois esta tecnologia acena para uma revolução no modo de pensar e operar as atividades acadêmicas.

O que se percebe, com os dados coletados, é uma simplificação ou redução da potencialidade da ferramenta BIM, caracterizando uma subutilização da tecnologia, ou não utilização em sua plenitude. Em alguns momentos ela é tratada como um simples modelador, em outros ela é utilizada sem a necessária integração de todas as disciplinas envolvidas no processo de produção dos projetos, caracterizando assim a subutilização detectada.

Os dados encontrados parecem indicar que, nas escolas pesquisadas, há evidências de que não existem procedimentos nos projetos pedagógicos das instituições que incentivem o uso do sistema BIM nos cursos, nem

a integração entre as disciplinas, evidenciando que as experiências existentes partiram de iniciativas isoladas dos professores. Isto não caracteriza utilização do potencial integrador do sistema. Estes dados indicam a confirmação da hipótese investigada – a de que não há envolvimento formal das instituições, mas sim iniciativas individuais de professores, acarretando, novamente, subutilização do potencial das ferramentas BIM – pois mostram que, aparentemente, o uso das ferramentas informáticas tem acompanhado o raciocínio utilizado na representação 2D.

Os resultados evidenciam a existência de uma tendência de reproduzir historicamente o equívoco encontrado em pesquisas anteriores, da subutilização de uma ferramenta recente, com a insistência em manter o mesmo raciocínio vigente. Alguns dados mostram o uso da plataforma BIM apenas para a modelagem da arquitetura da edificação. Assim, o software torna-se um mero modelador e não um programa de integração entre os diversos projetos envolvidos no processo de construção civil. A tendência de subutilização já foi verificada no início da implantação do projeto assistido por computador (CAD), quando o uso dos programas seguia o raciocínio do desenho manual. Pode-se dizer que equívoco similar vem ocorrendo no caso do sistema BIM, pois há evidência da simples substituição de um software da plataforma CAD por um da plataforma BIM, sem o devido e necessário planejamento para a mudança.

## Referências Bibliográficas

BARISON, Maria B., SANTOS, Eduardo T. Atual cenário da implementação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas. In: V TIC - Salvador, 2011, Bahia, 10p

CHECCUCCI, Erica S., PEREIRA, Ana Paula C., AMORIM, Arivaldo L. A difusão das tecnologias BIM por pesquisadores do Brasil In: V TIC - Salvador, 2011, Bahia, 20p.

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

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

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

Linguagem e Estratégias da Expressão Gráfica: Comunicação e Conhecimento. Bauru: UNESP, 2009. v. 1.

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

MENEZES, Alexandre Monteiro, PEREIRA JUNIOR, Mário Lucio, VIANA, Maria de Lourdes Silva, PALHARES, Sérgio Ricardo O BIM e o ensino integrado de projeto de edificações. In: COBENGE 2011 - XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau. COBENGE 2011 - Formação continuada e Internacionalização.. Blumenau: Odorizzi Editora e Gráfica, 2011. v.1.

MENEZES, Alexandre Monteiro, PEREIRA JUNIOR, Mário Lucio, VIANA, Maria de Lourdes Silva, PALHARES, Sérgio Ricardo O BIM e os projetos de edificações: adequações e inadequações. In: SIGRADI 2011, 2011, Santa Fé - Argentina. SIGRADI 2011. Santa Fé - Argentina: , 2011.

OKAMOTO, Patrícia Seiko. Teoria e prática da coordenação de projetos de edificações residenciais na cidade de São Paulo. 2006. 182p. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. São Paulo.

SANTOS, Luiz A. Diretrizes para elaboração de planos da qualidade em empreendimentos da construção civil. 2003. 317p. Dissertação (Mestrado) – ESCOLA POLITÉCNICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. SÃO PAULO, 2003.