

O CONCEITO E AS PRÁTICAS DE BIM ENTRE OS DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFMG

THE CONCEPT AND PRACTICES OF BIM AMONG THE STUDENTS OF THE CIVIL ENGINEERING DEGREE COURSE OF THE UFMG

CALSAVARA, Camila Dias Santos

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais
ca.mat.ufmg@gmail.com

RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos

Doutora, professora do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Universidade Federal de Minas Gerais
sidnea@ufmg.br

RESUMO

A Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling - BIM*) representa um grande avanço e uma mudança de paradigmas para os setores de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação. Este artigo apresenta uma pesquisa desenvolvida entre os discentes de Engenharia Civil da Universidade Federal de Minas Gerais para diagnosticar o nível de compreensão do conceito BIM. Além disso verificou-se as iniciativas de implementação do ensino de BIM no contexto da graduação. É preponderante a atualização dos cursos e metodologias de ensino para a ampliação e o amadurecimento das experiências de ensino de BIM. Neste contexto, a avaliação da maturidade dos conceitos e práticas em BIM entre os alunos, insere-se como um dado importante à compreensão do cenário atual de ensino deste novo paradigma e das demandas de aprendizado na formação dos novos profissionais. Verificou-se que é grande a demanda entre os alunos e que iniciativas bem sucedidas já estão sendo empregadas no curso, mas que ainda é necessário ampliar as experiências para agilizar e amadurecer o ensino de BIM.

Palavras chave: BIM. Ensino. Engenharia Civil.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) represents a great advancement and a change of paradigms in the fields of Architecture, Engineering, Construction and Operation. This article presents a research developed among the students of the Civil Engineering of the UFMG in order to diagnose the comprehension level of the BIM concept. Furthermore, it was verified the initiatives of implementation of the BIM teaching into the context of the degree course. It is preponderant the updating of the courses and teaching methodologies to the expansion and maturation of the experiences of BIM teaching. In this context, the evaluation of the maturity of the concepts and practices in BIM among students inserts itself as an important data to the understanding of the current scenario of teaching of this new paradigm and of the demands of

learning in the shaping of new professionals. It was confirmed that there is a great demand among the students and that successful initiatives are already being exerted in the degree course, but that there is still need of expand the experience to speed and mature the BIM teaching.

Keywords: BIM. Teaching. Civil Engineering.

1. INTRODUÇÃO

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) é definida por Eastman *et al.* (2008) como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. O conceito abrange todo ciclo de vida da edificação, e de acordo com Moreira e Ribeiro (2015) integra um fluxo de trabalho onde todas as atividades são consolidadas em um processo coordenado e colaborativo que otimiza a agregação de dados e a captura de conhecimento.

Existem hoje muitas empresas no mundo aplicando o BIM aos seus processos, no entanto, no cenário nacional sua implementação ainda é incipiente. Estudos apontam para a tendência de mudança deste quadro e junto com o movimento da Indústria da Construção Civil no sentido de adotar o BIM crescem também as iniciativas da academia relacionadas à pesquisa e ao ensino deste novo conceito.

Este trabalho pretende identificar o nível de compreensão do conceito e a apropriação do BIM entre os discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) além de verificar as iniciativas de implementação do ensino de BIM no contexto da graduação.

Assim como a adoção deste novo paradigma demanda mudanças amplas nos processos de trabalho, demanda também mudanças nos processos de ensino e aprendizagem. É preponderante a atualização dos cursos e metodologias de ensino para a ampliação e o amadurecimento das experiências de ensino de BIM. Neste contexto a avaliação da maturidade dos conceitos e práticas em BIM entre os alunos, insere-se como um dado importante à compreensão do cenário atual de ensino deste novo paradigma e das demandas de aprendizado de BIM na formação dos novos profissionais.

2. ENSINO DE BIM

Com a busca por novos profissionais capacitados para projetar e gerenciar conforme o conceito BIM o ensino desta nova tendência, que promete ser o futuro das áreas de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AEEO), pelas universidades torna-se cada vez mais relevante. De acordo com Barison e Santos (2011) o ensino de BIM foi introduzido nos cursos, internacionalmente, em 2003 e intensificou-se entre 2006 e 2009, avançando mais rapidamente nos cursos de arquitetura.

A adoção do ensino de BIM no exterior já está mais consolidada e dá ênfase ao ensino relacionado aos aspectos conceituais, e não a um simples ferramental (Ruschel *et al.*, 2013). Com base em diversos relatos de experiências, Checcucci (2014) afirma que no Brasil, apesar da evolução nas discussões sobre o tema nas universidades, a adoção do BIM nos cursos de graduação ainda é introdutória e vem acontecendo de forma pontual em apenas algumas disciplinas do curso.

Eastman *et al.* (2008) propõem diretrizes para a implementação da Modelagem da Informação da Construção e orientam que esta se dê de forma gradual e com desenvolvimento de competências. Checcucci (2014) salienta que devido a sua amplitude e complexidade, o BIM perpassa diferentes áreas do conhecimento e demanda um planejamento cuidadoso para a sua implantação nos cursos de graduação. Aponta ainda que existem diversos caminhos possíveis para se trabalhar BIM e que os processos de ensino-aprendizagem devem ser atualizados para dar conta dos desafios impostos por este novo paradigma.

De acordo com Barison e Santos (2011), pesquisas apontam que as dificuldades para desenvolvimento de um novo currículo ou para incluir novas matérias, a infraestrutura e a política de TI de algumas escolas e a falta de materiais específicos e professores capacitados para ensinar BIM são os principais desafios enfrentados. Além disso, acrescentam que as instituições são tradicionalmente formadas por departamentos que não interagem entre si, o que dificulta a integração de diferentes disciplinas para a colaboração que é um dos conceitos presentes no ensino de BIM.

Molavi e Shapoorian (2012) citado por Checcucci (2014, p.20) dizem que um dos grandes desafios para os educadores de hoje é estar atualizado em relação às mais novas tecnologias e programas computacionais, e conseguir implantar BIM em um curso de quatro anos enquanto este paradigma continua a se desenvolver rapidamente.

3. METODOLOGIA

Com o objetivo de identificar os conceitos e práticas de BIM entre os discentes do curso de Engenharia Civil da UFMG, elaborou-se um questionário que foi aplicado através de formulários impressos e online. O formulário eletrônico, disponibilizado através da ferramenta Google Forms, foi divulgado por e-mail e nas redes sociais.

Para facilitar o levantamento estatístico de dados foram elaboradas questões objetivas, utilizando recursos como múltiplas escolhas, caixas de seleção e escala de avaliação. Algumas questões apresentaram, além da parte objetiva, espaço para respostas discursivas.

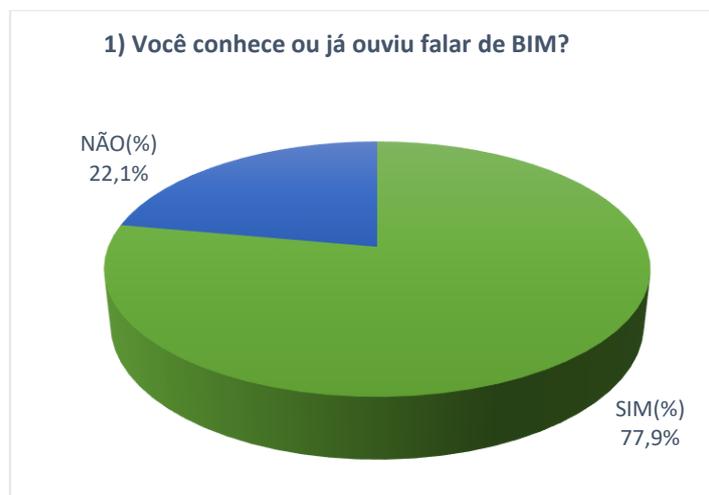
Para o conhecimento das iniciativas de ensino em BIM foram avaliadas as ementas das disciplinas. Com base no levantamento de dados foram elaborados gráficos e tabelas que possibilitaram a avaliação crítica do cenário atual.

4. RESULTADOS

O curso de graduação em Engenharia Civil da UFMG é oferecido na modalidade bacharelado e constitui-se de dez períodos. São oferecidas duzentas vagas ao ano, divididas em duas entradas semestrais. Nos primeiros períodos concentram-se disciplinas das áreas de Computação, Física, Matemática e Química, além de disciplinas das áreas de Ciências Humanas. A partir do quarto período o foco passa ser a formação específica e concentram-se as disciplinas profissionalizantes. O curso compreende cinco grandes áreas representadas por seus respectivos departamentos: Estruturas, Hidráulica e Recursos Hídricos, Materiais e Construção, Transporte e Geotecnia, e Sanitária e Ambiental.

As duas primeiras questões avaliaram se os participantes conhecem ou já ouviram falar de BIM, e caso já tenham tido contato, quais tipos de atividades relacionadas ao BIM participaram. Como apresentado no gráfico da Figura 1 a maioria dos alunos já ouviu falar de BIM. Entre os alunos que nunca ouviram falar sobre o BIM, cerca de noventa por cento estão no primeiro período.

Figura 1: Resultado – Questão 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A comparação das respostas dos alunos recém ingressados no curso com as respostas dos formandos e recém-formados é importante para avaliar a difusão do conceito BIM ao longo do curso. A Tabela 1 apresenta as respostas para a primeira questão, discretizadas por período.

Tabela 1: Você conhece ou já ouviu falar de BIM?

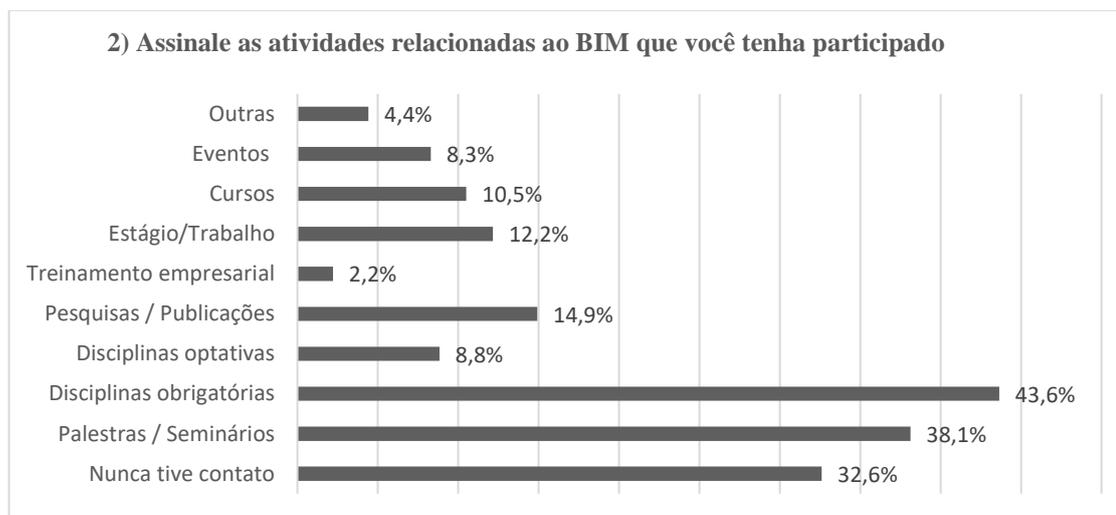
Ano de Conclusão	SIM (%)	NÃO (%)
2021 (1ºP)	31,4	68,6
2020 (2ºP-3ºP)	86,7	13,3
2019 (4ºP-5ºP)	88,9	11,1
2018 (6ºP-7ºP)	100,0	0,0
2017 (8ºP-9ºP)	100,0	0,0
2016/2 (10ºP)	100,0	0,0
Formados	100,0	0,0
Não identificado	100,0	0,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Naturalmente, o percentual dos que não ouviram falar sobre BIM diminui ao longo do curso. Somente entre os alunos do primeiro período o percentual daqueles que nunca ouviram falar é superior ao dos que já ouviram falar. As disciplinas do ciclo profissionalizante concentram-se a partir do quinto período, o que justifica, dada a interface que o BIM apresenta com os diversos conteúdos trabalhados nas disciplinas, que a partir do sexto período todos já tenham ouvido falar sobre BIM.

Os dados assinalados na segunda questão sobre a participação dos entrevistados em atividades relacionadas ao BIM estão detalhados na Figura 2. As “Disciplinas obrigatórias” e as “Palestras e Seminários” foram as atividades mais citadas.

Figura 2: Atividades relacionadas ao BIM



Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Os alunos foram solicitados também a listar as disciplinas que falaram sobre BIM. Todas as disciplinas listadas tiveram suas ementas analisadas. Ao longo do curso, duas disciplinas obrigatórias tratam sobre BIM: Noções de Arquitetura e Urbanismo (5º Período) e Desenho Auxiliado por Computador (2º Período). Conforme esperado elas foram as mais citadas na pesquisa.

Em terceiro lugar aparece a disciplina Introdução à Engenharia Civil (1º Período) na qual alguns alunos relataram ter efetuado uma pesquisa sobre o BIM. Em seguida, aparece a disciplina optativa, “Tópicos em Análise de Desenho de Engenharia”, que pela primeira vez está sendo ofertada com uma proposta totalmente direcionada aos conceitos e práticas em BIM. As demais disciplinas citadas, embora não contemplem tópicos específicos em BIM em suas ementas, tratam de temas que apresentam clara interface com o BIM; nelas o BIM é apenas citado ou são comentadas as potencialidades de seu uso.

Com foco nas experiências de ensino no âmbito da graduação, avaliou-se as ementas das disciplinas que tratam sobre BIM. Contudo as discussões acadêmicas sobre o tema vão além das experiências de ensino citadas, sendo desenvolvidas outras atividades relacionadas ao BIM.

A terceira questão, apresentada na Tabela 2, pretendeu identificar as percepções dos entrevistados sobre o tema a partir de termos e afirmações relacionados à definição e/ou às características do processo BIM. Os itens “Modelagem da Informação da Construção” e “Gerenciamento da Informação” foram os mais apontados e a grande maioria (80%) reconhece o BIM como “O futuro em projetos”.

Tabela 2: Percepções sobre o BIM

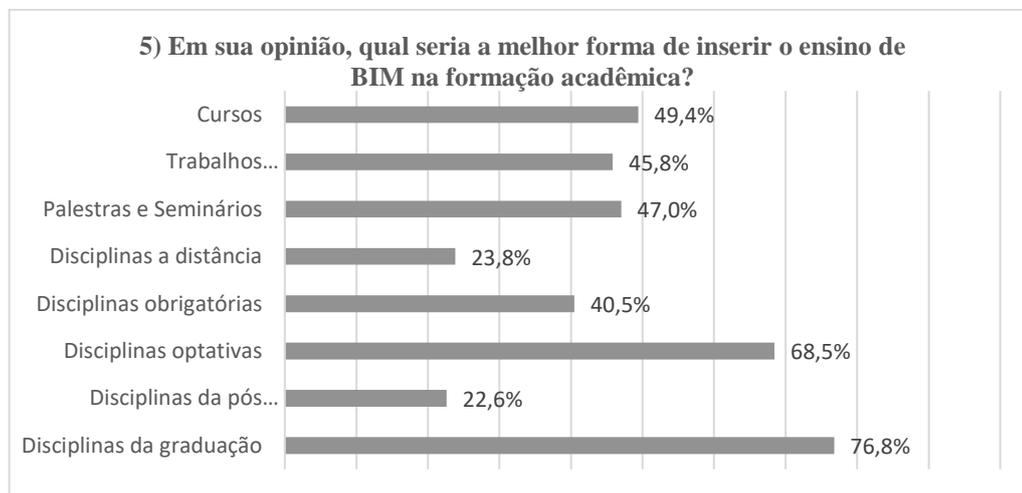
BIM é:	Concordo	Não concordo, nem discordo	Discordo
Modelagem da Informação da Construção	87%	13%	0%
Modelagem Paramétrica	49%	49%	2%
Modelagem 3D	85%	12%	3%
Colaboração em tempo real	75%	22%	3%
Interoperabilidade	59%	41%	0%
Cálculo Estrutural	38%	45%	17%
Levantamento de quantitativos	81%	17%	2%
Levantamento de custos	69%	25%	6%
Sinônimo de Revit	29%	35%	36%
Sinônimo de CAD 3D	15%	37%	48%
Substituto do AutoCAD	22%	42%	35%
O futuro em projetos	80%	20%	0%
Gerenciamento da Informação	87%	13%	0%
Projeto Multidisciplinar	83%	16%	1%

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A quarta questão avaliou o grau de interesse dos alunos em estudar ou aprofundar seus conhecimentos em BIM. A maioria dos alunos manifestou interesse na aprendizagem do BIM, sendo que 57,9% possuem interesse e 35,7% possuem muito interesse, totalizando 93,6%. Entre os alunos que manifestaram não ter interesse 72,7% responderam na primeira questão que nunca ouviram falar sobre BIM.

A quinta questão avaliou a forma preferencial para inserção do ensino de BIM na formação acadêmica. Os participantes foram orientados a marcar todas as opções que julgassem pertinente entre as listadas. Conforme apresentado na Figura 3, a maioria considera que o BIM deve ser inserido em “Disciplinas da Graduação” e em “Disciplinas Optativas”.

Figura 3: Formas de inserir o BIM no ensino



Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A sexta questão avaliou o conhecimento dos alunos com relação as ferramentas BIM. Foram listados seis *softwares* utilizados em projetos de Engenharia e Arquitetura para que os participantes indicassem quais deles já tiveram contato e quais consideram ser uma ferramenta BIM. Os programas AutoCAD (91,9%), Revit (70%) e AutoCAD Civil 3D (57,5%) todos da Autodesk, são os mais conhecidos entre os participantes. Os três *softwares* são utilizados em disciplinas ao longo do curso. Dentre os *softwares* listados na pesquisa, o Revit é a ferramenta BIM mais apontada. Um percentual expressivo de participantes (27,8%) confunde o AutoCAD com uma ferramenta BIM.

A sétima questão avaliou a importância atribuída ao uso do BIM para a melhoria de uma série de etapas e aspectos relacionados ao ciclo de vida das edificações. A partir de uma lista contendo 16 itens a serem avaliados, solicitou-se que os participantes definissem com uma escala de 0 a 5, na qual (0) significa irrelevante e (5) significa muito relevante, a importância atribuída a cada um dos aspectos. Tomando como referência o percentual de notas 5 (muito relevante) obtido por cada aspecto, o uso do BIM foi considerado mais importante para a melhoria do item “Gestão de Projetos”. A Tabela 3 apresenta os itens por ordem de relevância do uso do BIM e os respectivos percentuais de notas 5.

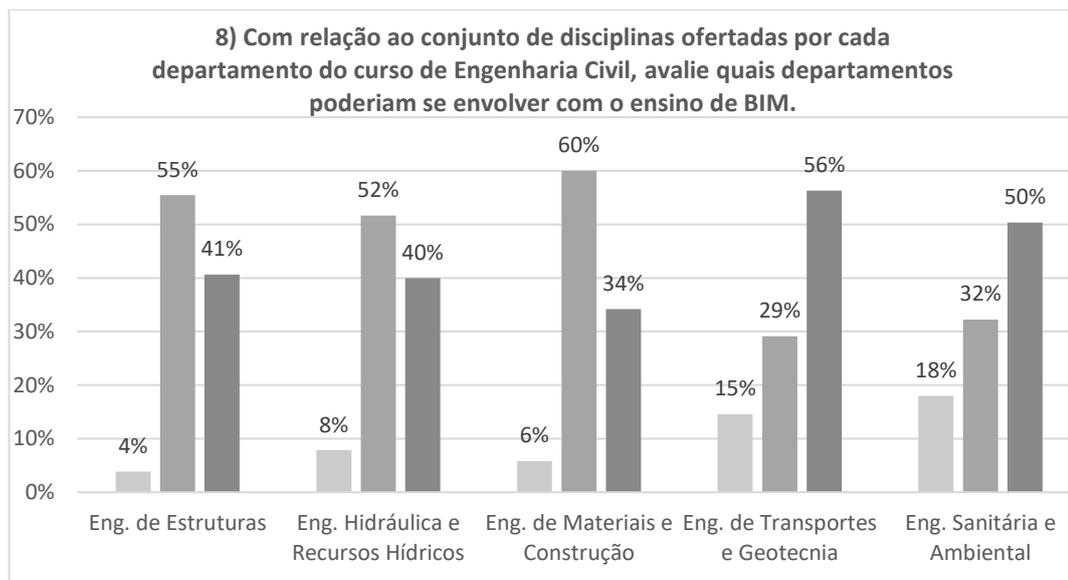
Tabela 3: Ordem de relevância para uso do BIM

1°	Gestão de Projetos	65%	9°	Projeto de Instalações	46%
2°	Planejamento das etapas da obra	54%	10°	Estudo de viabilidade	42%
3°	Projeto Arquitetônico	54%	11°	Projeto Estrutural	38%
4°	Qualidade e desempenho	53%	12°	Eficiência energética	34%
5°	Controle de quantitativos	52%	13°	Pós obra	34%
6°	Redução de custos	49%	14°	Pré-fabricação	33%
7°	Estimativa de custos	48%	15°	Fase de Construção	31%
8°	Cronograma	47%	16°	Canteiro de obras	25%

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A oitava questão solicitou que os participantes avaliassem quais departamentos do curso de Engenharia Civil poderiam se envolver com o ensino de BIM. A maioria dos participantes indicou que há clara interface do BIM com os departamentos de Engenharia de Materiais de Construção (60%), Engenharia de Estruturas (55%) e Engenharia Hidráulica e de Recursos Hídricos (52%). Em relação aos demais departamentos os participantes acreditam que a interface depende da abordagem dada pelos professores. Os resultados estão apresentados na Figura 4.

Figura 4: Resultados – Questão 8



Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Na segunda questão, em que os participantes listaram disciplinas nas quais ouviram falar sobre BIM, três dos cinco departamentos do curso não tiveram disciplinas relacionadas: Engenharia de Estruturas, Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos e Engenharia Sanitária e Ambiental.

A nona e última questão da pesquisa trata dos obstáculos à implantação do ensino de BIM na universidade. Com base no referencial teórico sobre o tema, listou-se sete obstáculos comumente apontados à implantação do ensino de BIM. Os participantes apontaram todos os itens que julgaram pertinente. A Tabela 4 apresenta o resultado por ordem de relevância.

Tabela 4: Obstáculos à implantação do BIM

Obstáculos	(%)
Pouca integração entre os departamentos/poucas atividades interdisciplinares	68
Currículo pouco flexível	67
Capacitação dos professores	44
Falta de ferramentas gratuitas	40
Infraestrutura dos laboratórios	39
Desinteresse dos alunos	22
Pouca demanda do mercado	7

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

Os principais obstáculos apontados foram a pouca integração entre os departamentos/poucas atividades interdisciplinares e a pouca flexibilidade do currículo, com percentuais expressivos e aproximados iguais a 68% e 67% respectivamente.

A falta de integração dos departamentos é um dos principais obstáculos à implantação do ensino de BIM apontados na literatura: Barison e Santos (2011, p.2) salientam que um dos

conceitos que o BIM introduz é a colaboração e que seu ensino requer a integração de diferentes disciplinas, contudo as instituições são geralmente formadas por departamentos que não interagem entre si, dificultando uma aprendizagem completa e significativa. De acordo com Ruschel *et al.* (2013) a maioria das experiências nacionais aborda o ensino de BIM apenas em disciplinas isoladas, de forma pouco abrangente.

5. CONCLUSÃO

A adoção do BIM demanda mudanças amplas no processo de construção, nas formas de organização de todo o processo de trabalho e também nos processos de ensino e aprendizagem. As universidades têm papel fundamental na evolução e difusão deste conceito. As iniciativas de pesquisa no âmbito acadêmico, a capacitação e inserção de profissionais qualificados possibilitarão a evolução do mercado, e o alcance dos benefícios potenciais que o BIM oferece.

Assim como no cenário nacional apontado por Checcucci (2014) e Ruschel *et al.* (2013), a adoção do BIM no curso de graduação em Engenharia Civil da UFMG vem acontecendo de forma pontual em apenas algumas disciplinas isoladas do curso.

A pesquisa realizada com uma parcela significativa de alunos mostrou que desde o primeiro período do curso há divulgação do conceito nas disciplinas e que é grande o interesse e a demanda pelo ensino de BIM entre os alunos. De modo geral os participantes identificam que os benefícios da adoção da Modelagem da Informação da Construção abrangem todo o ciclo de vida da edificação e os diferentes agentes envolvidos.

Diversas estratégias e formas de ensino podem ser adotadas para inserir o BIM nos processos educacionais. Iniciativas bem sucedidas já estão sendo empregadas no curso de Engenharia Civil da UFMG, mas ainda é necessário ampliar e amadurecer as experiências para agilizar o ensino de BIM e acompanhar a evolução da indústria e as demandas do mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Tendências atuais para o ensino de BIM**. ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, v. 5, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/barison/Artigos_Tese/TIC2011b.pdf>. Acesso em: 15 setembro 2016.

CHECCUCCI, E. S. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil**. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2014b, São Paulo, Brasil.

EASTMAN, C. *et al.* BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

MOREIRA, R. A. D.; RIBEIRO, S.E.C. **Transição do modo tradicional de construção para o BIM em algumas regiões do Brasil**. Revista Construindo, v.7, n.1, 2015. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/3954>>. Acesso em: 10 agosto 2016.

RUSCHEL, R. C., *et al.* **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.13, n.2, p.151-165, 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/36881>>. Acesso em: 10 agosto 2016.