

TENDENCIAS ATUAIS PARA A INSERÇÃO DO BIM NO ENSINO SUPERIOR

(CURRENT TRENDS FOR THE INSERTION OF BIM IN GRADUATE EDUCATION)

Lorena Rodrigues *BANDEIRA*

Bacharel em Engenharia Civil

Especialista em Docência do Ensino Superior

Contato: lorenabandeira19@gmail.com

RESUMO

Este trabalho foi conduzido no intuito de conhecer uso da plataforma BIM (do inglês: Building Information Modelling) para capacitação e qualificação dos alunos de graduação, nas condições atuais da educação superior no cenário nacional. Revisão bibliográfica foi realizada com o objetivo conhecer as estratégias pedagógicas para a abordagem do BIM na formação de profissionais ligados ao setor a Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Ainda, pontuar os principais impasses para a verdadeira consolidação no ensino da mesma, visto que é ínfimo o número de profissionais de nível superior qualificados para operação adequada da plataforma, embora seja ferramenta imprescindível para os profissionais das áreas de engenharia, arquitetura e outras áreas afins.

Palavras-chave: BIM, Ensino Superior, Estratégias Pedagógicas.

ABSTRACT

This work was conducted to characterize the use of the BIM (Building Information Modeling) platform for qualification of undergraduate students, in the current conditions of higher education in Brazil. Bibliographic review was performed with the objective of knowing the pedagogical strategies for BIM's approach in the education of professionals related to the Architecture, Engineering and Construction (AEC) sector. Also, point out the main impasses for the true consolidation in the teaching of the same, since the number of top-level professionals qualified for proper platform operation is very small, although it is an indispensable tool for professionals in the engineering, architecture and other related areas.

Key words: BIM. Higher Education. Educational Strategies.

1 INTRODUÇÃO

A engenharia sempre foi um marco na criação de novas tecnologias, devido às necessidades que fizeram com que essa área buscasse se sobressair e romper seus limites. Não seria necessário voltar várias décadas para demonstrar essa premissa, pois há apenas 10 anos que é notória a evolução, principalmente de softwares. No que se refere à engenharia ligada à construção civil, novos modelos e formas de projetar e

gerenciar uma obra foram aperfeiçoados. Um mercado que iniciou com o desenvolvimento de projetos e planejamento, feitos todos em papel, evoluiu para a era digital, através da dominação do sistema CAD (do inglês: *Computer-Aided Design*), que conseguiu se consolidar por décadas, mas que na última década estagnou em seu processo de melhoramento, abrindo oportunidades para outros programas ganharem espaço no mercado, e atraindo a atenção das várias áreas da engenharia, arquitetura, design e, até, fabricantes da indústria.

Na Construção Civil é imprescindível a utilização de ferramentas computacionais na elaboração dos projetos de edificações, tendo como principal sistema o Desenho Assistido por Computador (CAD). Existe um termo que poucos têm conhecimento ou sabem de sua importância: a interoperabilidade, que nada mais é do que a capacidade de um sistema intercambiar arquivos sem perda de dados. Erros e omissões em diferentes fases de um projeto de engenharia têm como sua principal causa a falta de compatibilização de projetos, uma questão que o CAD não soube aprimorar. Para solucionar essas questões foi introduzida uma ferramenta conhecida como BIM (do inglês: *Building Information Modelling*), que significa Modelagem da Construção da Informação.

O BIM, segundo Eastman et al. (2014), é um dos softwares mais promissores desenvolvido pela indústria relacionada à Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), e um dos que mais utiliza a interoperabilidade a seu favor. Apesar disso, existem barreiras resistentes no processo de consolidação desta plataforma no Brasil, devido à falta de qualificação profissional nessa área, já que muitos cursos relacionados ao setor da AEC não possuem em sua grade curricular o ensino do BIM.

Recentemente observou-se uma preocupação crescente com a formação dos profissionais na Construção Civil e áreas afins, no que diz respeito ao uso da plataforma BIM, sendo mais evidente no cenário internacional, tanto em pesquisa como na grade curricular. Essa preocupação tem sido também evidenciada no cenário nacional, embora de uma maneira mais bem lenta e acanhada. Assim sendo, entende-se que seja necessário uma estratégia pedagógica que melhor integre os conhecimentos da aplicabilidade da plataforma BIM com as necessidades do ensino de Desenho e Projeto na Engenharia Civil, nos âmbitos: Arquitetônico, Estrutural, de Infraestrutura e outros.

Para investigar as atuais condições da formação universitária dos profissionais da área AEC, no que diz respeito à capacitação no uso da plataforma BIM, foi realizada pesquisa bibliográfica no sentido de conhecer as principais propostas pedagógicas para a abordagem da plataforma BIM no ensino de graduação desses cursos. Espera-se contribuir, nesse sentido, com definições em estratégias pedagógicas para a inserção desta plataforma no ensino da graduação, por meio de um direcionamento integrado e multidisciplinar que os principais autores abordam para qualificação do BIM.

2 A EXPANSÃO DO BIM E A NECESSIDADE DE PROFISSIONAIS QUALIFICADOS

De um conceito de pesquisa a uma ferramenta comercial viável, o BIM passou a ser indispensável no desenvolvimento de projetos e construção de edifícios. Eastman

et al. (2014) definem o BIM como sendo “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Segundo ele, as ferramentas BIM têm a capacidade de realizar modelagens utilizando um modelo paramétrico, onde propriedades podem ser definidas antes do início do projeto.

Underwood e Isikdag (2009) também convergem com o autor já citado acerca da definição do BIM, como um modelo de informações de um edifício que compreende as informações completas e suficientes para suportar todos os processos do seu ciclo de vida, e que podem ser interpretados diretamente por aplicações informáticas.

Esse modelo obedece a uma hierarquia em níveis de conjunto e subconjunto, porém quando se faz necessário, existe a possibilidade de se trabalhar alterações em nível de objeto, de forma individual. Esses parâmetros definidos no início do escopo podem assumir valores fixos como também podem ser modificados ao longo do projeto, sendo que essas alterações são feitas em 2D e 3D simultaneamente (SANTOS SILVA, 2013). As regras definidas para cada família fazem com que aquela instância só possa se comportar ou sofrer alterações se obedecer àqueles parâmetros.

Conceitualmente, ferramentas de Modelagem da Informação da Construção (BIM) são modelos paramétricos baseados em objetos com um conjunto predefinido de famílias de objetos; cada uma tem comportamentos programados dentro deles (EASTMAN et al., 2014).

“Os conceitos, as abordagens e as metodologias que hoje se identificam como BIM têm cerca de trinta anos, e a terminologia do *Building Information Model* está em circulação há pelo menos quinze anos” (EASTMAN et al., 2014). Charles M. Chuck Eastman foi o pioneiro em pesquisas relacionadas a essa tecnologia, na década de 70, onde ele descreveu sobre o “*Building Description System*”, conceito que depois passou a ser mais conhecido na Europa como “*Building Product Model*” e na Finlândia como “*Product Information Model*”, onde o termo produto foi usado para distinguir do termo processo.

Em vários países a nomenclatura passou por modificações onde por muitos anos era chamada de “Modelo da Construção”, para só então em 1992 se tornar *Building Information Model* descrito no artigo *Automation in Construction* de G.A van Nederveen e F. Tolman (EASTMAN et al, 2014).

Diferente do que se imagina, o conceito de modelagem computacional, hoje idealizada como BIM surgiu desde a criação dos primeiros softwares comerciais, sendo inicialmente restringida pelo custo do poder de processamento e posteriormente pela ampla adoção do CAD, que se limitou apenas na automação de desenhos auxiliados por computadores, mas conseguiu se consolidar no mercado até os dias atuais (EASTMAN et al, 2014).

A plataforma CAD (*Computer Aided Design*) surgiu da necessidade de agilizar certas atividades que eram desenvolvidas manualmente, como era o desenvolvimento de projetos. A expansão de *softwares* permitiu que esse processo passasse a ser desenvolvido em um computador, garantindo melhor eficiência e qualidade, e

surpreendeu o universo de projetos arquitetônicos, mudando o rumo dessa área e sendo o início da criação de diversos outros mecanismos para auxiliar o mercado da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

O primeiro a ganhar esse mercado foi o *software* AutoCAD, que passou a representar essa nova tecnologia. Apresentou visibilidade e destaque no mercado por apresentar vantagens em relação aos projetos feitos manualmente, incluindo o processo de diminuição de tempo, melhor gerenciamento do projeto e, conseqüentemente, um aumento de produtividade (COSTA, FIGUEIREDO, & RIBEIRO, 2015), se tornando um *software* indispensável pra qualquer profissional dessa área.

Na época do seu surgimento, o software representou um aumento na produtividade das empresas, já que os projetos passaram a ser feitos em tempo mais curto e com melhorias, devido à redução de erros dimensionais, maior padronização de detalhes e clareza no projeto como um todo (COSTA, FIGUEIREDO, & RIBEIRO, 2015).

A alteração de um projeto desenvolvido nessa tecnologia implica modificações manuais dos objetos. Os principais empecilhos da época para o uso do AutoCAD consistia no custo de aquisição do *software*, que utiliza o sistema CAD, na necessidade de computadores de melhor qualidade para sua implantação e no investimento para capacitação de profissionais na utilização da tecnologia. Hoje o AutoCAD já se encontra consolidado no mercado, se tornou uma das cadeiras de qualquer Faculdade de Engenharia e Arquitetura, requisito básico de qualquer profissional da área. Quanto a sua aquisição, a empresa Autodesk, desenvolvedora do programa, já disponibiliza ele gratuitamente em seu site, para estudantes e profissionais de diversas áreas.

A construção de uma edificação é uma atividade trabalhada em equipe com vários especialistas de diferentes áreas, que cada vez mais são cobrados a uma melhoria contínua em suas aplicações computacionais (EASTMAN et al, 2014). Há uma necessidade de compartilhamento de informações entre as equipes de projeto, planejamento e de orçamento, porém, dependendo da área, há incompatibilidade entre os sistemas, dificultando o trabalho a ser feito.

O sucesso potencial do BIM na indústria da AEC é devido a sua capacidade de retirar informações relevantes dos modelos paramétricos e compartilhar, com sucesso, essas informações, independente da fase em que a construção esteja (SANTOS SILVA, 2013). Tecnologias surgem em função de determinados problemas a serem resolvidos, vindo para superar as necessidades, com o envolvimento de conhecimento básico e vivência prática (DELATORRE & SANTOS, 2014)

Delatorre e Santos (2014, p.8) consideram a tecnologia BIM ainda como uma novidade para as empresas brasileiras, porque ainda não está consolidada como em outros países. Dificuldades no que se refere à introdução dessa tecnologia são bem presentes nas empresas de construção. A necessidade de pessoas capacitadas para a operabilidade da tecnologia é uma das barreiras mais comuns no setor.

Apesar das dificuldades e até resistência por parte do setor, Delatorre e Santos (2014, p.9) dizem que as próprias empresas afirmam que “há uma tendência para a

mudança nas estruturas organizacionais” com a implantação de profissionais relacionados ao BIM, tanto em empresas de grande porte como de pequeno porte. O governo também faz parte dessa mudança, com o Decreto nº9.983 de 22 de Agosto de 2019, institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, traçando um caminho rumo a democratização do uso do BIM no país.

3 O ENSINO DO BIM NAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS: POTENCIALIDADES.

A necessidade de profissionais qualificados devido à crescente demanda e exigência das usuais utilidades da plataforma BIM no mercado (EASTMAN et al., 2014), mostra uma realidade das falhas das universidades do país, que é a falta do ensino de BIM nos cursos de Arquitetura, Engenharia, Design e demais cursos afins. De acordo com Barison e Santos (2010), introduzir o BIM nas grades destes cursos é um processo mais complexo do que se possa considerar inicialmente, isso porque o BIM possui um paradigma que engloba um conjunto de políticas, processos e tecnologia na gestão de qualquer empreendimento. Essa mudança de grade exige dos cursos de graduação uma coordenação de forma logística e integrada da transferência do conhecimento. Ainda sobre a complexidade dessa inserção, se caracteriza pelo fato do BIM possuir potencial para ser parte fixa dos programas de graduação (BARISON & SANTOS, 2010).

A introdução do BIM no ensino superior foi iniciada por instituições americanas, a partir de 2003. Em um simpósio de BIM na Universidade de Minnesota, em 2006, foram debatidas as primeiras experiências de implantação do ensino do BIM nos currículos de Arquitetura e Engenharia Civil nos Estados Unidos. Barison e Santos (2010) reportaram que neste simpósio foram levantadas algumas questões que só seriam respondidas posteriormente à conclusão desse processo. A partir daí, depois de uma série de conferências feitas posteriormente constatou-se que não havia nenhum plano pedagógico para essa implantação (CASEY, 2008).

A partir das avaliações e análises feitas dos métodos de diversos autores para a inclusão da plataforma BIM no contexto de ensino das universidades é possível constatar dois modelos que possivelmente podem ser aplicados nos currículos do ensino de Arquitetura e Engenharia Civil, sendo eles: a adoção integrada, inserido nas disciplinas técnicas, e a adoção pontual, considerado apenas em algumas disciplinas do currículo. Cada um dos modelos apresenta um conjunto de vantagens e desvantagens, principalmente por terem que se adaptar a diversidade que é a grade curricular dos cursos em nosso país.

Outra complexidade da transferência de conhecimento acerca do ensino do BIM é a capacidade que ele tem de ser interdisciplinar. Assim como ele funciona ativamente na obra, englobando todo o seu ciclo, ao ser colocado em sala de aula ele foge dos padrões das disciplinas, onde a maioria é trabalhada de forma isolada. A prática colaborativa entre disciplinas nas instituições pode até se fazer presente no currículo, porém não é desenvolvida na prática (MENEZES *et al.*, 2012). Taylor *et al.* (2008) apontam essa falta de integração dos docentes como um dos maiores obstáculos na implementação do ensino do BIM. Esse cenário, além de não favorecer o processo

exige das instituições estratégia que leve em consideração essas condições, desde a concepção do processo.

A Resolução CES/CNE nº11 (MEC, 2002), que institui as diretrizes curriculares nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia, divide a matriz curricular em três núcleos:

- Núcleo de conteúdos básicos, que corresponde 30% da carga horária mínima;
- O núcleo de conteúdos profissionalizantes, que corresponde 15% de carga horária mínima;
- O Núcleo de conteúdo específico, correspondente ao restante da carga horária total, constituído por atividades de extensão e aprofundamento dos conteúdos do núcleo profissionalizante.

Os conjuntos de disciplinas e atividades propostas nos cursos são exclusivamente das IES, montados para abordar um conteúdo específico de conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a formação do profissional da Engenharia, que desenvolva todas as competências e habilidades estabelecidas pela Resolução citada. Em nenhum momento é previsto assuntos relacionados ao BIM dentre as diretrizes apontadas, porém, em alguns cursos, o tema é abordado por meio de pesquisas de graduandos e pós-graduandos, e também em módulos relacionados à elaboração de projetos, isso quando o educador tem algum conhecimento sobre o tema, não sendo obrigatória o assunto a respeito do BIM em sala de aula.

Porém, como é possível analisar algo novo e não consolidado? Pouco se tem registrado sobre a experiência da inserção do BIM em Universidades, tanto no cenário internacional como no nacional. Cerca de apenas 9% das IES norte-americanas que possuem cursos relacionados à construção abordam sobre o ensino de BIM nos cursos de graduação (SABONGI, 2014), citando como principais barreiras: a falta de tempo e/ou recursos para fazer a remodelação das grades curriculares, bem como a falta de estrutura das Universidades e de professores qualificados a respeito do tema.

Dentre as diversas pesquisas realizadas por Ruschel *et al.* (2013), a respeito de experiências didáticas, concluiu-se que, no cenário atual, o BIM está sendo inserido nos currículos de forma gradual e com pouca eficácia nos cursos de arquitetura, engenharia e construção e os principais impasses são os mesmo citados por Sabongi (2014). Mesmo com poucos registros, as experiências internacionais são bem mais amadurecidas que as encontradas no Brasil, onde abordam a respeito do BIM em vários momentos da formação daquele profissional, o que é justificável pela grande demanda de mercado existente nesses países, devido a rápida e efetiva adesão por parte de empresas internacionais.

As Universidades nacionais estão procurando alguma forma de inseri-lo no contexto acadêmico à medida que essa tecnologia se difunde, no sentido de assim desenvolver uma estratégia de ensino. Provavelmente haverá uma aceleração nos próximos anos, devido ao Decreto nº9.983, de agosto de 2019, que dispõe sobre estratégias do Governo Federal para promover a disseminação e democratização do uso BIM no mercado, já que foi instituído que, a partir de 2021, o uso dos processos BIM

(Building Information Modeling) será obrigatório para determinadas obras públicas, tendo outros marcos de ampliação dessa exigência, até 2028. O Decreto também instituiu o Comitê Gestor da Estratégia do BIM, como órgão deliberativo destinado a implementar a Estratégia BIM BR e a gerenciar suas ações.

É importante ressaltar que em qualquer estratégia de ensino deve ser lembrando de que maneira este sistema vem influenciando na forma de projetar, não se limitando apenas em um “pacote de *softwares*”, mas como um sistema colaborativo, sustentável e que pontua a gestão dos recursos. Vale ressaltar que dentre as pesquisas estudadas as melhores práticas e diretrizes que foram de grande valia para o ensino do BIM, é a de Barison e Santos (2010). Estes autores mostraram uma avaliação de estratégias que as instituições americanas utilizaram, e formaram uma proposta de ensino aprendizagem para viabilizar a inserção do BIM nos currículos. Esses pesquisadores classificaram os cursos de BIM como: introdutório, intermediário e avançado. Essa classificação diz respeito ao nível que o profissional deverá passar para se especializar na prática do BIM.

A proposta dos autores foi baseada nos critérios que se utilizam para elaboração de novos cursos, como: pré-requisitos, objetivos e metas, conteúdo, metodologia do ensino e avaliação, tendo eles acrescentado mais três critérios: atividades, modelo BIM e recursos de ensino. Barison e Santos (2010) se sobressaíram dentre outras pesquisas mostrando que a colaboração é o fator que não pode faltar em atividades desenvolvidas pelos estudantes na prática da utilização da ferramenta BIM. Os autores frisam que as instituições devem ter em mente qual nível de especialista BIM querem formar, e focar no desenvolvimento da grade nesse aspecto. Englobar os três níveis de uma só vez pode não favorecer a formação do profissional.

Independente de qual seja a estratégia escolhida pela instituição, sempre será necessário que sejam feitas adaptações para a adoção dessa nova tecnologia. O ensino atual trata as novas tecnologias como assuntos específicos e de forma isolada e fragmentada, sendo que o BIM necessita ser estudado de forma integrada e colaborativa, características essas que mostram a complexidades do conceito que é a plataforma BIM (CHECCUCCI *et al.*, 2014).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise da bibliografia consultada pode-se ver a importância da plataforma BIM no mercado atual brasileiro e como é primordial sua inserção na grade curricular de diversos cursos relacionados à AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), Observou-se, também, um compilado de ferramentas pedagógicas que alguns autores citaram como importantes a serem tratados quando o assunto é falar sobre BIM em sala de aula, seja ele abordado de forma isolada ou multidisciplinar.

Durante a pesquisa constatou-se que outras abordagens ainda poderiam ser feitas para melhor avaliação do tema, como a possibilidade da elaboração de questionários destinados à professores atuantes em determinados cursos ligados à AEC, coordenadores de cursos e alunos dos cursos ligados à AEC, de forma a avaliar se

verdadeiramente o processo de inserção do BIM nas universidades brasileiras já se encontra em andamento.

Como o BIM ainda é um tema relativamente novo no meio acadêmico, pouco se pode compilar em estratégias pedagógicas diante da grande complexidade que é ao se ensinar BIM, não se pode afirmar ainda qual a melhor forma de inserção dessa plataforma aqui no Brasil, mas o fato é que ela precisa urgentemente começar a ser inserida e assim formar profissionais realmente capacitados, aptos a seguirem e melhorar essa forma de ensino.

Além disso, é provável que com o incentivo às pesquisas relacionadas ao tema e com reserva de tempo e uma equipe disposta a aplicar esses métodos, essa tecnologia de ponta será implantada e consolidada, não só no mercado, mas na formação de profissionais verdadeiramente capacitados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum.** Proc., CIB W78 2010 27th International Conference. Anais. 2010a. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/barison/Artigos_Tese/cibw78-2010.pdf>. Acesso em: 05 out. 2019.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **BIM teaching strategies: an overview of the current approaches.** Proc., ICCCB E 2010 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Anais. In: ICCCB E 2010. Nottingham, UK: W Tizani, 2010b. Disponível em: <<http://www.engineering.nottingham.ac.uk/icccb e/proceedings/pdf/pf289.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2019.

COSTA, G. C. L. R. DA; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C. **ESTUDO COMPARATIVO DA TECNOLOGIA CAD COM A TECNOLOGIA BIM.** Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, n. 2, p. 11-18, 2015 – ISSN 0101-5001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Sidnea_Ribeiro/publication/285626988_Estudo_Comparativo_da_Tecnologia_CAD_com_a_Tecnologia_BIM/links/5729d48408aef5d48d304a13/E_10_studo-Comparativo-da-Tecnologia-CAD-com-a-Tecnologia-BIM.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

CHECCUCCI, É. DE S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. DE. **Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura.** p. 307-311 . In: Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design. Blucher Design Proceedings, v.1, n.7. São Paulo: Blucher, 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2013/0058.pdf>. Acesso em 01 out. 2019.

DECRETO Nº9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm>. Acesso em: 01 out. 2019.

DELATORRE, J. P. M.; SANTOS, E. T. **Introdução de Novas Tecnologias: O caso do BIM em empresas de construção civil**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió/AL, n.1, p.2842-2851, 2014. Disponível em: <<http://doi.org/10.17012/entac2014.135>>. Acesso em: 01 out. 2019.

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; SACKS, R.; & LISTON, K. **Manual de BIM: um guia para modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483p.

MENEZES, A. M. et al. **O IMPACTO DA TECNOLOGIA BIM NO ENSINO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES**. XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. **Anais...** In: COBENGE. Belém / PA: 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/103929.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2019.

Ministério da Educação (MEC). **Resolução CNE/CES nº11**, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2002.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. DE; MORAIS, M. DE. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 151–165, jun. 2013. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ac/v13n2/a12v13n2.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2019.

SABONGI, F. J. **The Integration of BIM in the Undergraduate Curriculum: an analysis of undergraduate courses**. In: 45th Annual Conference of Associated Schools of Construction, 2009. Disponível em: <<http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2009/paper/CEUE90002009.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2019.

SANTOS SILVA, J. M.. **PRINCÍPIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM RECURSO A FERRAMENTAS BIM: Avaliação de melhores práticas e proposta de regras de modelação para projetos de estruturas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções. Porto/Portugal, 2014.

TAYLOR, J.; LIU, J.; HEIN, M. **Integration of building information modeling (BIM) into an ACCE accredited construction management curriculum**. Proceedings of the 44th ASC National Conference. Anais 2008.

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**. New York: Information Science Reference, 2009