



SIGRADI2018
TECHNOPOLITICAS
xxii congresso da sociedade
iberoamericana de gráfica digital
22th conference of the
iberoamerican society
of digital graphics
07|08|09|novembro|2018
iau usp | são carlos | sp br

Teaching BIM modeling in the architecture course: using a Blended Learning Strategy

Ana Regina Mizrahy Cuperschmid
FEC, UNICAMP | Brazil | fale@anacuper.com

Caio Magalhães Castriotto
FEC, UNICAMP | Brazil | caio.castriotto@gmail.com

Abstract

From the second year of the architecture course, a discipline is offered to introduce the BIM concept using an architectural modeling software. To optimize learning in the discipline and allow students to have a face-to-face period to discuss BIM theory, the use of Blended Learning was proposed - a learning method that combines face-to-face classroom interactivity in a physical space with digital media and online activities. For this purpose, video classes with BIM modeling tutorials were developed. The employed process proved to be efficient and may be an alternative to the conventional learning process in architecture.

Keywords: BIM; Building Information Modeling; Blended Learning; Architecture; Teaching.

INTRODUÇÃO

Dentro do currículo do curso de Arquitetura e Urbanismo oferecido pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), diversas disciplinas tem como foco o ensino de ferramentas digitais de projeto. A partir do terceiro semestre, é oferecida a disciplina “AU302 Informática Aplicada II: introdução ao CAD”, com a proposta de introduzir o conceito de Modelagem da Informação Construção (*Building Information Modeling* - BIM) juntamente com o ensino de *software* de modelagem arquitetônica. Essa disciplina abrange conceitos de interoperabilidade, de parametrização e definição de classes de objetos e de extração de documentação técnica a partir do modelo. Em 2018, ambos autores deste artigo participaram da disciplina, sendo respectivamente, a docente responsável e o aluno de mestrado (participante do Programa de Estágio em Docência - PED).

O ensino de BIM para modelagem arquitetônica está aumentando, gradativamente, nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo. No caso da disciplina AU 302, foi possível notar que no ano de 2017, 50% das aulas eram dedicadas ao ensino de *software* pré-BIM (AutoCAD) e o restante à modelagem de ferramenta BIM (Revit). Em 2018, esta relação foi alterada para 25% e 75%, sendo que algumas demandas acadêmicas e mercadológicas são as principais justificativas para a manutenção do ensino de ferramentas de desenho convencionais na disciplina.

Com o objetivo de otimizar o ensino das ferramentas digitais e possibilitar que os alunos dispusessem de um período presencial para discutir aspectos teóricos sobre BIM e esclarecer dúvidas técnicas, propôs-se o uso da aprendizagem híbrida, ou *Blended Learning* (*B-Learning* ou Ensino Híbrido). Trata-se de um método de ensino que

combina um ambiente digital de aprendizado com aulas presenciais, em um mesmo local (Bonk & Graham, 2012).

Este artigo trata da estratégia de ensino adotada na disciplina mencionada, durante o primeiro semestre de 2018, em que toda a fundamentação teórica sobre BIM foi apresentada e discutida presencialmente em sala de aula, enquanto o ensino instrumental deu-se extraclasse, por meio de videoaulas, especialmente desenvolvidas para este formato.

O ENSINO DE BIM EM ARQUITETURA

O ensino de BIM nos cursos de graduação no Brasil é um tema discutido por diversos autores, como é possível notar nos artigos de Barison (2015), Checcucci & Amorim (2014), Ruschel (2014), Ruschel, Andrade, & Moraes (2013), Sacks & Pikas (2013). É possível afirmar que a inserção de BIM na graduação em arquitetura contribui para a capacidade de trabalho em equipe (Barison & Santos, 2016; Sacks & Pikas, 2013), para o melhor entendimento das obras, proveniente da construção virtual dos elementos (Sacks & Pikas, 2013), para maior sensibilização sobre interferências entre projeto e os processos de execução da obra (Barison, 2015), e para esclarecer questões de desempenho e aprimoramento do processo de avaliação crítica (Ruschel, 2014).

Além disso, conforme Caixeta (2013), os cursos de arquitetura visam estimular o desenvolvimento da habilidade projetual e comunicacional em detrimento das questões construtivas. Isso se dá pelo entendimento que uma das principais características da atual formação do arquiteto é sua atuação como agenciador do espaço, ao invés de um construtor de obras. Com isso, os aspectos construtivos, de grande importância para o BIM, não são tão demandados em ateliês de projeto.

Desta maneira, Caixeta (2013) discute as reais chances de adoção das ferramentas BIM como responsáveis por impulsionar uma alteração no paradigma da aprendizagem. Para tanto, ressalta a necessidade de formular parâmetros norteadores evidenciando os aspectos fundamentais na elaboração de modelos BIM. Durante a modelagem BIM, o modelo progride de acordo com amadurecimento do projeto no tocante à informação e geometria, incrementando seu nível de desenvolvimento (*Level of Development* - LOD). Ao longo do desenvolvimento de um projeto, o modelo evolui de conceitual (LoD100), para esquemático (LoD 200), seguindo para um modelo com geometria e informações precisas (LoD300), passa a incluir especificações sobre fabricação e montagem (LoD400), até representar como foi realmente construído (LoD 500) (BIMForum, 2013).

O estabelecimento do nível de desenvolvimento que se quer alcançar de um modelo deve ser levado em consideração na elaboração de um plano de ensino. Entretanto, poucas vezes os alunos de graduação em arquitetura são exigidos a especificar corretamente o material de fabricação, compatibilizar os projetos das outras disciplinas envolvidas na execução da obra e a garantir a precisão da elaboração do projeto para construção. Como consequência da inserção de ferramentas BIM em disciplinas de projeto, Caixeta (2013) afirma que os alunos tendem a ser mais estimulados a avaliar esses quesitos.

Apesar dos notórios benefícios para a formação do arquiteto, há barreiras para implementação do BIM nas universidades, tanto culturais quanto pedagógicas e técnicas. Cruz, Cuperschmid & Ruschel (2017) citam, como barreiras culturais questões ligadas à capacitação dos professores como falta de conhecimento sobre BIM, dificuldade de utilização de ferramentas e falta de tempo para reformular currículo ou disciplinas. Já as barreiras pedagógicas estão relacionadas à falta de materiais didáticos, de tempo para amadurecimento do currículo, de promoção de melhorias no curso, de espaço na matriz curricular e de dificuldades para implementação de BIM na disciplina específica. As barreiras técnicas estão ligadas à infraestrutura como a relação de computadores por alunos, qualidade dos computadores e programas.

Ademais, Barison & Santos (2016) atentam que as pesquisas no campo de ensino de BIM são relativamente recentes, e que muitos ainda não sabem como BIM deve ser abordado. Andrade e Moraes (2013) ressaltam que BIM não deve ser apenas entendido como tecnologia, mas como um método para gerenciamento da informação e análise e seu ensino deve ir além da habilitação técnica inserida nas disciplinas de informática. Neste sentido, Barison & Santos (2016) indicam que além de disciplinas voltadas à área de Representação Gráfica Digital, BIM também pode ser inserido em Ateliê de Projeto e nas áreas de Gerenciamento e Tecnologia da Construção.

A implementação de tecnologias BIM em ateliês de projeto, muitas vezes, pode focar no domínio da ferramenta de modelagem, afastando do propósito do desenvolvimento da concepção do projeto em si (Nome, Cabizuza, Goulart, Pereira, & Pereira, 2010). Para sanar tais problemas, Ruschel *et al.* (2013) sugerem que o aprendizado instrumental possa ser desenvolvido extra sala de aula, com suporte de tutoriais *online*. Para tal, o conhecimento das possibilidades das ferramentas BIM, por parte dos orientadores, também é um requisito

destacado para maior integração com o desenvolvimento de projeto (Caixeta, 2013).

Barison & Santos (2016) destacam as competências em BIM que são naturalmente aprendidas na graduação em arquitetura, as que poderiam ser incorporadas no ensino superior e as que poderiam ser aprimoradas na pós-graduação ou ambiente profissional. Os conhecimentos já existentes na graduação envolvem o processo de projeto, construção e fabricação, tecnologia da construção, documentações, detalhamento para fabricação, normas técnicas. As habilidades presentes na graduação envolvem a cognição, o pensamento sistêmico, crítico e criativo, o uso de computadores, trabalho em equipe e interpretação de gráficos e tabelas. Dentre os conhecimentos que poderiam ser incorporados na graduação estão conceitos relacionados a BIM, parametrização, coordenação, detecção de interferências, fluxo de trabalho e padrões. Dentre as habilidades estão uso de ferramentas BIM e aplicativos, modelagem BIM, extração de quantitativos, uso de ferramentas de comunicação e colaboração, geração de modelo de massas, renderizações e animações.

De forma análoga, visando auxiliar a inserção de BIM no curso de engenharia civil, Checcucci (2014) propõe três níveis de formação BIM: básico, intermediário e avançado – cada um com suas competências mínimas. O nível básico engloba a discussão sobre os conceitos que envolvem BIM; habilidades de modelagem básica e comunicação com o apoio de ferramentas digitais, planejamento da construção e sua simulação e obtenção de quantitativos e documentação da edificação. O intermediário envolve a modelagem de sistemas e elementos complexos, a criação e edição de famílias de componentes, compatibilização de projetos, controle de revisões e alterações, trabalho colaborativo, utilização do modelo para o planejamento da construção e seu gerenciamento. O nível avançado lida com questões relacionadas à interoperabilidade, operação e manutenção da edificação e implantação de sistemas BIM. A autora ressalta que nem tudo seria possível de ser amadurecido ou aprofundado durante a graduação e que cursos de pós-graduação seriam mais recomendados para tal.

A incorporação de BIM no currículo não implica, somente, que os graduandos terão níveis de competência em BIM, mas abre novas oportunidades em suas carreiras profissionais (Sacks & Pikas, 2013). Isso vai de encontro com as novas funções que o arquiteto pode assumir mediante projetos desenvolvidos em BIM, destacadas por Barison & Santos (2016) como de Gerente BIM e Coordenador BIM do Proprietário. Corroborando, Ruschel; Andrade & Moraes (2013) apontam que há uma demanda na construção civil por arquitetos com uma formação mais consistente e que esta pode ser alavancada pelo BIM.

Para o incremento das competências em BIM, é importante criar situações favoráveis à aprendizagem por meio de recursos, métodos e procedimentos. Assim, essas competências poderiam ser trabalhadas ao longo do período de graduação por meio de atividades colaborativas, interdisciplinares ou transdisciplinares, podendo envolver análises e simulações (Barison & Santos, 2016). Assim, Tecnologias da Informação e Comunicação são fatores importantes que devem ser explorados na pedagogia (Jung & Joo, 2011). Em vista

disso, estratégias como Ensino Híbrido surgem como tendência para apoiar o desenvolvimento de tais competências.

ENSINO HÍBRIDO

Os métodos mais tradicionais de ensino para cursos de graduação são baseados em aulas expositivas, presenciais, com o apoio de livros didáticos. Conforme Handelsman, Miller, & Pfund (2006), essas didáticas são focadas muito mais na apresentação de fatos do que na proposição de análises e discussões críticas. Os autores apontam que apesar de, em geral, serem procedimentos bem consolidados, a eficiência é questionável, pois uma parcela considerável de estudantes não consegue aproveitar todo o conteúdo apresentado e, em última instância, contribuem para a desistência de disciplinas ou da graduação.

O reconhecimento das limitações do ensino presencial, em conjunto com o desenvolvimento de novas tecnologias, possibilitou abordagens alternativas de ensino, como o ensino *online* a distância. Todavia, Stockwell, B., Stockwell, M., Cennamo, & Jiang (2015) apontam que a elevada taxa de evasão e a importância das interações entre alunos e dos alunos com o professor, de maneira presencial, sugerem que o aprendizado totalmente a distância também não seja ideal para a formação de profissionais.

Bonk & Graham (2012) afirmam que se, por um lado, no ensino físico-presencial, o foco é direcionado ao professor e baseado na interatividade face a face dos alunos, com elevado grau de sincronia e restrições, por outro, o avanço das tecnologias digitais permitiu novas possibilidades de comunicação e interação através do ensino à distância, com foco em situações individuais, assíncrono e flexível. Nessas condições, o Ensino Híbrido pode ser considerado como a convergência desses dois ambientes de ensino. Apesar das variações sobre possíveis definições, sua principal característica é a combinação de métodos, mídias e meios para a construção do conhecimento.

De acordo com Macdonald (2008), o Ensino Híbrido surgiu a partir de uma desilusão gerada pelos resultados alcançados através um único método de ensino, seja *online* ou não. O termo é referente a introdução de mídias *online*, através da aplicação de atividades, procedimentos e conteúdos, associada com manutenção e com os méritos dos sistemas tradicionais, tanto pela interação física, como os benefícios de aulas presenciais, com a utilização de ferramentas síncronas (discussão de textos, conversas, áudios e palestras, por exemplo) associadas com assíncronas (como e-mails, fóruns, blogs, wikis e videoaulas).

É possível vislumbrar uma tendência sobre o aumento na utilização do Ensino Híbrido em diversas áreas, tanto por reconhecer que as interações humanas, presenciais, são fundamentais para o aprendizado, como pelas potencialidades contidas nas mídias digitais *online*. Apesar de caminhos ainda serem nebulosos, é fundamental compreender as dinâmicas entre os meios físicos e os elementos digitais *online* (Bonk & Graham, 2012).

MÉTODO

MODELO DE ENSINO ADOTADO: ESTRATÉGIA COM ENSINO HÍBRIDO

A ementa da disciplina “AU302 Informática Aplicada II: introdução ao CAD” engloba tanto o ensino de sistemas CAD quanto a introdução ao conceito de BIM, abordando a interoperabilidade, modelagem geométrica digital, parametrização, definição de classes de objetos e representação técnica 2D a partir do modelo geométrico digital.

Esta disciplina foi ministrada em 2017, com uma proposta de conteúdo didático similar, contando com quatro horas semanais presenciais e duas extraclases para desenvolvimento dos trabalhos práticos. Devido a mudanças na grade curricular, em 2018 passou a dispor de, apenas, duas horas semanais para encontros presenciais em sala de aula, sendo realizado por 35 alunos. Dado a grande quantidade de informação que envolve tal ementa, propôs-se a incrementação desta carga didática com quatro horas para atividades extraclases, com a adoção do método de Ensino Híbrido, com o objetivo de suprir possíveis lacunas sobre o ensino de modelagem BIM arquitetônica. Adicionalmente, foi de grande importância a participação de um aluno do PED, dado o auxílio na resolução de dúvidas, realização de monitorias e correção de trabalhos.

Para a proposta de Ensino Híbrido, foi considerado que a disciplina deveria ser lecionada com base em novas possibilidades tecnológicas. Assim, foram desenvolvidas, pela docente responsável por ministrar a disciplina, videoaulas com tutoriais de modelagem BIM de uma residência unifamiliar, tendo em vista o amadurecimento da modelagem BIM. As aulas partiram do ensino do nível de desenvolvimento genérico da construção (LOD 200) até atingir a etapa de geometria detalhada e precisão em termos de especificações, quantidades, dimensões e formatos (LOD 300).

Paralelamente, para reforçar o conteúdo apresentado, cada aluno deveria escolher e desenvolver a modelagem de um projeto residencial contemporâneo de pequeno porte, almejando a ampliação do repertório arquitetônico, através de obras de escritórios relevantes. Para tanto, partes da carga didática da disciplina destinada às atividades extraclasse seriam utilizadas para o desenvolvimento da modelagem individual.

Considerando o método de ensino adotado, é importante explicitar os ambientes utilizados. Fisicamente, as aulas ocorreram em um laboratório de informática da universidade, com disponibilidade de computadores individuais com as ferramentas AutoCAD e Revit 2018 instalados. Também foi possível que o aluno instalasse os programas em seu computador pessoal, utilizando as licenças educacionais fornecidas por uma parceria entre a faculdade e o fabricante de *software*.

O ambiente digital foi construído a partir de um site, elaborado pela docente responsável, que garantia o acesso dos alunos às videoaulas por meio de um usuário e senha. O conteúdo disponível no site é voltado para o ensino de ferramentas digitais para arquitetura e engenharia, contendo aulas de AutoCAD, Revit e Navisworks. Para cada *software*, há uma guia específica, separando os módulos de aprendizagem, número e tema

das videoaulas, além de arquivos digitais para o auxílio no desenvolvimento de atividades propostas (Figura 1). Para a publicação de avisos, programa de aulas e, principalmente, para as entregas dos trabalhos desenvolvidos por alunos, foi adotada a ferramenta Classroom, da Google.

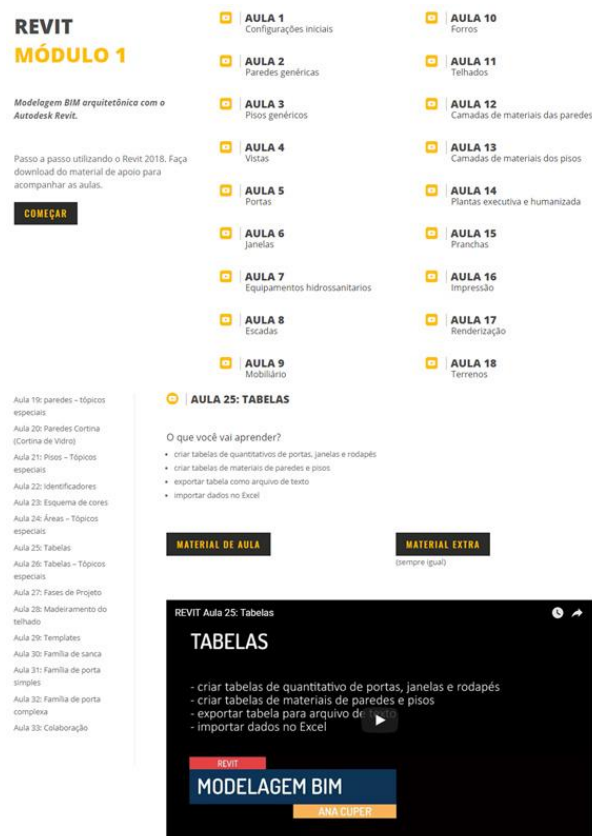


Figura 1: Interface web desenvolvida exibindo as aulas disponíveis e uma página exibindo os tópicos da aula, opção de download de materiais e exibição de vídeo. Fonte: os autores.

A disciplina foi estruturada em quatro blocos, referente a cada entrega de trabalho. O primeiro foi relacionado ao ensino de representação gráfica digital, utilizando de AutoCAD, com sete aulas online e quatro presenciais, com o enfoque no desenvolvimento da planta baixa do projeto escolhido pelo aluno, com a entrega do arquivo DWG e PDF.

Os três blocos seguintes foram direcionados para o ensino de modelagem BIM arquitetônica com o uso de Revit. No total, foram realizadas 11 aulas presenciais, e

disponibilizadas 33 aulas online, sendo 23 obrigatórias e, as últimas 10 de conteúdos extras, para o aprofundamento de tópicos específicos da ferramenta (Tabela 1).

Adicionalmente, foram disponibilizadas as demais aulas complementares, contemplando um conteúdo guiado, elaborado pela docente, para aprofundamento de tópicos específicos da ferramenta, quais sejam:

Aula 24: Esquema de cores
Aula 25: Áreas – Tópicos especiais
Aula 26: Tabelas – Tópicos especiais
Aula 27: Fases de Projeto
Aula 28: Madeiramento do telhado
Aula 29: Templates
Aula 30: Família de sanca
Aula 31: Família de porta simples
Aula 32: Família de porta complexa
Aula 33: Colaboração

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pelo fato de que as aulas de cunho instrumental tinham sido disponibilizadas *online* e realizadas no período extraclasse e as dúvidas esclarecidas presencialmente, foi possível notar um melhor nivelamento e domínio do *software* de modelagem por parte de todos os alunos. O processo de Ensino Híbrido demonstrou potencial para apoiar o ensino da modelagem BIM considerando o ritmo de aprendizado e a possibilidade de repetição do conteúdo das aulas *online* de acordo com a demanda de cada aluno. Foi possível observar uma ampliação sobre o conteúdo tratado durante a disciplina, expandindo o ensino introdutório dos conceitos de BIM, através de discussões e melhor embasamento durante o período presencial.

Apesar do tempo total da disciplina ter sido, fundamentalmente, mantido para as aulas (de quatro horas presenciais para duas presenciais acrescidas de duas online) e de previsão para o desenvolvimento de trabalhos (duas horas), houve um ganho perceptível na otimização do tempo em sala de aula por diversos motivos: 1) as explicações gerais poderiam ser repetidas nos próprios vídeos e as dúvidas específicas e não recorrentes eram totalmente sanadas durante o tempo de aula; 2) foi possível atingir resultados em um nível de desenvolvimento mais elevado, abordando até o tópico da aula 26 (tabelas), contra o usual que era até a aula 18 (terrenos); 3) possibilidade de aprendizado sobre tópicos adicionais, dado o interesse do aluno (Figura 2).

Tabela 1: Entrega de modelagens BIM na disciplina. Fonte: os autores.

Entrega	Inicial	Intermediária	Final
Produto esperado	Arquivo RVT dos projetos com paredes e pisos genéricos, vista 3D, corte, inserção de portas e janelas e equipamentos hidrossanitários.	Arquivo RVT dos projetos com escadas, mobiliário básico, forros, telhados, camadas de materiais dos pisos e das paredes.	Arquivo RVT final dos projetos. Arquivo PDF com as pranchas contendo os desenhos técnicos, renderizações, quadro de portas e janelas, tabela de materiais das paredes e pisos.
Aulas de referência	Aula 1: Configurações iniciais Aula 2: Paredes genéricas Aula 3: Pisos genéricos Aula 4: Vistas Aula 5: Portas Aula 6: Janelas Aula 7: Equipamentos hidrossanitários	Aula 8: Escadas Aula 9: Mobiliário Aula 10: Forros Aula 11: Telhados Aula 12: Camadas de mat. das paredes Aula 13: Camadas de mat. dos pisos Aula 14: Plantas executiva e humanizada	Aula 15: Pranchas Aula 16: Impressão Aula 17: Renderização Aula 18: Terrenos Aula 19: paredes – tópicos especiais Aula 20: Paredes Cortina (Vidro) Aula 21: Pisos – Tópicos especiais Aula 22: Identificadores Aula 23: Tabelas

As novas versões das ferramentas digitais podem implicar na necessidade de atualizar ou refazer o conteúdo disponível em vídeo. Entretanto, se o roteiro inicial for considerado satisfatório, poderá ser mantido ou sofrer pequenas adaptações, o que otimizaria o tempo de regravação do material didático. Pelo caráter digital, seria possível compartilhar o conteúdo gerado não só entre professores de uma mesma faculdade, mas também expandindo para outras instituições. A partir disso, vislumbra-se a criação de uma rede colaborativa com potencial para realizar atualizações constantes no conteúdo e, também, ampliar o leque de assuntos tratados em videoaulas.

É possível destacar o fato de que todo conteúdo criado e gerenciado através de ferramentas online, poderia ser utilizado como registro da disciplina. Considerando a recorrência dessa, seria possível comparar fatores como os trabalhos realizados, os procedimentos didáticos e as competências desenvolvidas em distintos momentos, com a possibilidade de validar, otimizar e melhorar, de forma incremental, o sistema de ensino adotado.

Para que o nível de competência do ensino de BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo seja aprimorado, o corpo docente deve se conscientizar da importância do BIM, incorporar as inovações e criar oportunidades para que os alunos busquem integrar as tecnologias ao processo de projeto. Para que haja continuidade na implementação de BIM, faz-se necessário que os alunos tenham a oportunidade de aplicar as habilidades adquiridas de modelagem nas demais disciplinas do curso para, assim, aprofundarem e consolidarem seus conhecimentos.

Neste primeiro momento, o ensino de BIM esteve mais focado no domínio de ferramentas de modelagem, mas trata-se de um processo evolutivo em que a tecnologia tem o potencial de suportar o processo interdisciplinar, colaborativo e integrado, tão almejado ao longo do curso de graduação.

A utilização de ambientes híbridos em conjunto com a criação de novas disciplinas, como a recém-criada "AU191 - Teoria e Projeto: Ateliê Vertical 1", que integram alunos de diversos anos para o desenvolvimento de um projeto colaborativo, aparecem como uma oportunidade para que os alunos expandam seus conhecimentos em BIM. Se há uma estruturação que motive a colaboração, integração e coordenação, então, há uma oportunidade para um maior aprofundamento no ensino de BIM, tanto teórico, quanto prático.

REFERÊNCIAS

- Barison, M. B. (2015). Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista. Tese. Universidade de São Paulo.
- Barison, M. B., & Santos, E. T. (2016). O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 11(1), 103. doi:10.11606/gtp.v11i1.102708
- BIMForum. (2013). Level of development specification: for Building Information Models (1st ed.). BIMForum. Retrieved from www.bimforum.org/lod
- Bonk, C. J., & Graham, C. R. (2012). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*. John Wiley & Sons.
- Caixeta, L. M. (2013). Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura. Universidade de Brasília.
- Checucci, É. de S. (2014). Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto. Universidade Federal da Bahia.
- Checucci, É. de S., & Amorim, A. L. (2014). Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. *PARC Pesquisa Em Arquitetura e Construção*, 5(January), 6–17.
- Cruz, M. de O., Cuperschmid, A. R. M., & Ruschel, R. C. (2017). A incorporação de BIM no ensino do curso técnico em edificações. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 12(2), 117–134. doi:10.11606/gtp.v12i2.131498
- Handelsman, J., Miller, S., & Pfund, C. (2006). *Scientific Teaching*. W.H. Freeman.
- Jung, Y., & Joo, M. (2011). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. *Automation in Construction*, 20(2), 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.010>
- Macdonald, J. (2008). Blended learning and online tutoring. *British Journal of Educational Technology*, 39(6), 1147. doi: 10.1111/j.1467-8535.2008.00908_22.x
- Nome, C. A., Cabizuca, L., Goulart, S. V. G., Pereira, F. O. R., & Pereira, A. T. C. (2010). BIM BR: Uma proposta de modelo para desenvolvimento e teste de processos e protocolos para uso de tecnologias BIM. In XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela: ANTAC. Retrieved from <http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/109.pdf>
- Ruschel, R. C. (2014). To BIM or Not to BIM? In III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (pp. 12–14). São Paulo.
- Ruschel, R. C., Andrade, M. L. V. X. de, & Morais, M. de. (2013). O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? *Ambiente Construído*, 13(2), 151–165. doi:10.1590/S1678-86212013000200012
- Sacks, R., & Pikas, E. (2013). Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(11), 04013016. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000759
- Stockwell, B., Stockwell, M., Cennamo, M., & Jiang, E. (2015). Blended Learning Improves Science Education. *Cell*, 162(5), 933-936. doi:10.1016/j.cell.2015.08.009