

IMPLEMENTAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

Matheus Medeiros Grangeiro¹, Maria Aridenise Macena Fontenelle²

Resumo: No Brasil, a demanda por profissionais especializados enfrenta um cenário econômico de retração nas grandes empresas, porém com espaço para inovação e oportunidade de mudança de processo como alternativa de evolução e permanência na cadeia produtiva. O maior desafio para os profissionais de arquitetura e engenharia é estar especializado, tornando-se competitivo, e isso implica em conhecimento pleno dos fundamentos da modelagem da informação, parametrização e sua aplicação nos diversos *softwares* de arquitetura, engenharia, gestão de projetos, orçamento, planejamento e demais disciplinas ligadas a construção. O objetivo deste estudo foi analisar como se deu a implementação do BIM nas universidades até a atualidade, apresentando de maneira cronológica, com base em revisão de literatura, como algumas universidades começaram a introduzir o BIM no ensino de graduação. Dessa forma, são apresentadas as metodologias adotadas por estas universidades e os possíveis impasses na implementação deste conceito. Este artigo foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica, utilizando como objeto de estudo o livro *Modelagem da informação da construção: uma experiência brasileira em BIM*, assim como anais, retirados da Associação Brasileira de Educação de Engenharia (ABENGE) e artigos científicos, publicados entre 2010 e 2018, e acessados via plataforma de pesquisa como Google Acadêmico, periódicos CAPES e Scielo. Considera-se que o futuro das construções civis dependerá diretamente do BIM, portanto, espera-se que a reflexão sobre o ensino deste conceito ocorra de maneira efetiva, diante das dificuldades apresentadas.

Palavras-chave: Arquitetura; Construção Civil; Modelagem de Informações da Construção; Universidade.

1. INTRODUÇÃO

Building Information Modeling ou Modelagem da Informação da Construção (BIM) é um conceito que tem como diferencial a integração e representação gráfica em 3D entre as disciplinas de projeto que envolvem uma obra, por exemplo: projeto estrutural, hidrossanitário, elétrico, arquitetônico, entre outros (GONÇALVES JR, 2018). BIM tem se destacado como uma nova abordagem de desenvolvimento de projetos e de organização do trabalho no setor de construção. Por meio desta tecnologia, é possível obter uma melhor visualização dos projetos, detectar interferências entre disciplinas, além de estabelecer novas formas de comunicação entre os profissionais envolvidos (PRETTI, 2013). BIM é uma tecnologia que visa criar um modelo virtual para a construção de edificações, contendo todas as informações necessárias, desde os materiais utilizados até os processos adotados, além da documentação (PRETTI, 2013).

O conceito de BIM está revolucionando a maneira de projetar e executar os empreendimentos (NAWARI, 2012), pois promove a inserção da qualidade e gestão do ciclo de vida, além de promover integração das equipes de projeto e antecipar e testar decisões por meio de simulações. Cada vez mais a indústria da construção civil reconhece o quão importante é haver uma integração entre os profissionais encarregados do planejamento e execução de obras. Estas companhias estão procurando profissionais que possam efetivamente trabalhar em projetos de BIM. Para atender esta demanda, as escolas têm implementado uma variedade de matérias para expor os alunos às novas ferramentas BIM (HOLLAND et al., 2010). Entretanto, esses novos métodos relacionados com o conceito de integração e

¹ Graduando do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: bryant.canoa@gmail.com

² Docente do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: aridenise@ufersa.edu.br

compatibilização do BIM são relativamente novos e baseados em pedagogias ainda não consolidadas (BASTO; LORDSLEEM JR, 2016).

Adotar BIM é a chance de tornar o projeto mais visível, facilitando o entendimento por parte dos profissionais que atuarão nas construções, como engenheiros, arquitetos e instaladores. O resultado da melhor representação gráfica do projeto integrado em BIM é a redução de desperdícios, ou seja, maior economia e um projeto confiável e sustentável. No Brasil, a demanda por profissionais especializados enfrenta um cenário econômico de retração nas grandes empresas, mas com espaço para inovação e oportunidade de mudança de processo como alternativa de evolução e permanência na cadeia produtiva. O maior desafio para os profissionais de arquitetura e engenharia é estar especializado, tornando-os competitivos, e isso implica em conhecimento pleno dos fundamentos da modelagem da informação, parametrização e sua aplicação nos diversos *softwares* de arquitetura, engenharia, gestão de projetos, orçamento, planejamento e demais disciplinas ligadas a construção.

Na figura 1, é demonstrado o fluxo de trabalho em BIM, desde a concepção do design até a reforma da edificação após um longo período, passando pelas etapas de construção e operação da edificação.

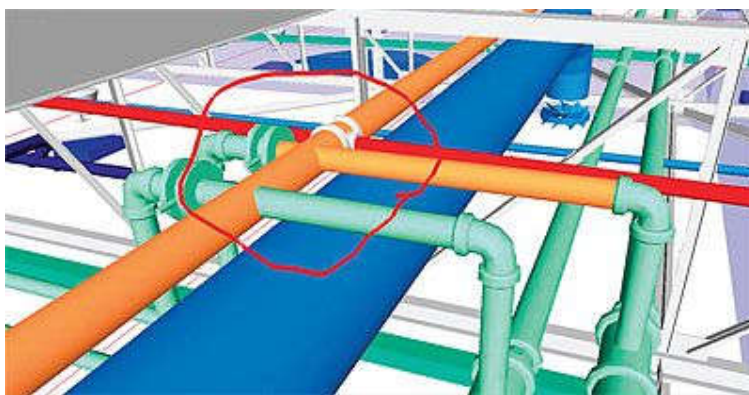
Figura 1. Fluxo de trabalho em BIM



Fonte: <https://bit.ly/2U5E0ZB>

Já na figura 2, é mostrado na prática como funciona a detecção de interferências por meio de *softwares*, onde se pode identificar com facilidade a interferência das instalações (tubos verdes) com a estrutura (laranja).

Figura 2. BIM Clash Detection



Fonte: <https://bit.ly/2okpwmc>

O objetivo deste estudo foi analisar como se deu a implementação do conceito BIM nas universidades brasileiras até a atualidade, apresentando de maneira cronológica, com base em revisão de literatura, como algumas universidades começaram a introduzir o BIM no ensino de graduação. Neste sentido, são apresentadas as metodologias adotadas por estas universidades e os possíveis impasses na implementação deste conceito. Além disso, apresentou-se a experiência com a primeira universidade a realizar pesquisas no campo BIM, no intuito de apresentar a tendência atual de implementação de ateliê de projeto inter níveis e/ou transdisciplinar.

A justificativa deste trabalho deu-se a partir do discernimento de que a tecnologia BIM tem grande importância no setor da construção civil, portanto é de competência das universidades a

atualização de sua grade curricular, visando a otimização do curso e o competitivo mercado de trabalho para uma melhor formação e capacitação de seus discentes.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi desenvolvido através de revisão bibliográfica, utilizando como objeto de estudo o livro *Modelagem da informação da construção: uma experiência brasileira em BIM*, assim como Anais, retirados da ABENGE³, revistas e artigos científicos, acessados via internet através do Google Acadêmico, Scielo e periódicos CAPES, construindo o *corpus* da pesquisa. O período das publicações estudadas foi considerado de 2010 até 2018, sendo pesquisadas palavras-chave como ensino de BIM, BIM teaching dentre outras.

A pesquisa de cunho bibliográfico permite ao pesquisador um amplo acesso à informações e capacidade de melhor selecionar os materiais que serão utilizados para a pesquisa (GIL, 2002). Com isso, este estudo bibliográfico buscou mostrar como ocorre a análise e entendimento das dificuldades da inserção do ensino do BIM nos cursos de engenharia civil, possibilitando identificar fatores que possam contribuir com a atualização de metodologias de ensino, assim como aperfeiçoar e otimizar o que já foi validado por discentes e docentes.

Após a revisão de literatura, realizou-se a análise de dados, apresentando a implementação da tecnologia BIM no curso de engenharia civil. Esta análise baseou-se nos autores Barison e Santos (2010), Fridrich e Kubečka (2014), Checcucci (2014) e Abbas et al. (2016). Em seguida, organizou-se, de maneira cronológica, um levantamento de acordo com a experiência apresentada por cada universidade que utiliza a tecnologia BIM em suas grades curriculares.

3. IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

A tecnologia BIM surgiu com o intuito de integrar profissionais para otimizar os projetos de diversos tipos de edificações. Logo, a universidade tem o papel de adaptar-se e oferecer o conhecimento segundo esse conceito. Fridrich e Kubečka (2014) consideram que no futuro grandes construções não poderão ser gerenciadas sem o uso de BIM. Dessa forma, a demanda de profissionais da construção que possuam habilidades e conhecimentos BIM tende a aumentar (PIKAS; SACKS; HAZZAN, 2013). Abbas et al. (2016) ressaltam que um dos fundamentos da educação para a construção, como uma educação técnica, é manter-se atualizado, e para isso é pertinente que as universidades incluam o ensino de novas tecnologias no currículo de educação para construção. Segundo Fridrich e Kubečka (2014), a maior barreira do uso da tecnologia BIM na engenharia civil e arquitetura é a falta de profissionais capacitados para trabalhar com a ferramenta BIM de forma compreensiva, e não apenas superficial.

A incorporação do conceito de BIM na formação de engenheiros civis e arquitetos também encontra barreiras. Estas se relacionam com a ausência de profissionais capacitados para ensinar sobre a utilização desta tecnologia, como também com a falta de recursos e tempo para alterar os currículos vigentes (BARISON; SANTOS, 2010; BECERIK-GERBER; GERBER; KU, 2011; FRIDRICH; KUBEČKA, 2014). Segundo Checcucci (2014), o ensino de BIM envolve questões que perpassam por diferentes áreas de conhecimento, demandando o desenvolvimento de novas metodologias e técnicas de ensino-aprendizagem para serem integrados aos processos formativos dos profissionais relacionados com a construção civil.

A seguir são mostradas experiências de universidades nacionais, quando se deu início a implementação da tecnologia BIM nos currículos universitários, os resultados destas, assim como as lições aprendidas para o constante aperfeiçoamento e atualização do curso de engenharia civil.

3.1 UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

O ensino de BIM na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) começou em 2007 no curso de Arquitetura e Urbanismo com a disciplina de Projeto Integrado e Colaborativo, onde seu planejamento visou exercícios de projeto e uma análise de como mensurar a colaboração. A partir das avaliações dos discentes e docentes da disciplina, a metodologia de ensino foi sendo ajustada com o passar dos anos, com o intuito de melhorar a forma de ensino e aprendizagem.

Ruschel (2018) explica que, em 2011, a disciplina de integração em *Computer Aided Design* CAD começou a ser ofertada no curso de Engenharia Civil com o objetivo de abordar a coordenação e simulação em BIM de forma teórica e prática, onde a parte teórica foi realizada por meio de seminários desenvolvidos pelos alunos, enquanto na prática estes alunos foram apresentados à ferramentas de um

³ Associação Brasileira de Educação em Engenharia

software simulador que consegue detectar interferências nos projetos de forma dinâmica. No final, os alunos, organizados em equipes, desenvolveram projetos, aplicando o conhecimento de colaboração, coordenação e simulação adquiridos no decorrer da disciplina. A avaliação docente dessa disciplina informou que a mesma possui potencial para reunir conhecimentos de Engenharia Civil abordados no decorrer do curso, porém inseridos dentro do conceito BIM, ou seja, em *Virtual Design Construction* (VDC). Ruschel (2018) relata que os discentes questionam o motivo de não terem sido introduzidos ao BIM anteriormente, já que a disciplina é ofertada no final do curso. A partir de 2014, foi introduzida a modelagem a partir da disciplina 'Introdução ao CAD', após uma tentativa falha de substituir completamente o CAD por BIM, onde a mesma se mostrou inviável (RUSCHEL, 2018).

Como lição a ser aprendida fica a falta de prática por parte dos alunos com os *softwares* utilizados, o que demanda uma preparação maior para exercitar a ferramenta e iniciar a modelagem e posteriormente a simulação, pois ainda existem disciplinas inseridas no curso baseadas em CAD. Neste ponto, consegue-se notar que a implementação do conceito da tecnologia BIM no curso de Engenharia Civil da UNICAMP foi feita por meio da criação de disciplinas e a inserção do BIM em disciplinas já existentes, utilizando os possíveis meios para isto. Contudo, o enfoque continua sendo o aprendizado da modelagem arquitetônica, e com isso, ainda falta a colaboração interdisciplinar envolvendo alunos e conceitos de disciplinas envolvidas com a modelagem da informação da construção, como sistemas prediais, instalações elétricas, hidrossanitárias e estruturais.

3.2 UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

No curso de engenharia civil da Universidade Federal de Juiz de Fora, de acordo com Azevedo e Molina (2015), o conceito BIM foi implantado desde o segundo semestre de 2012, através de uma disciplina eletiva com dois créditos e ementa aberta, abrangendo assuntos como a conceituação, interoperabilidade, modelos de produto e uso de ferramentas BIM. O objetivo desta disciplina é conduzir um processo de ensino-aprendizado, visando a compreensão da tecnologia BIM. A abordagem utilizada é aplicada à metodologia de sala de aula invertida e a baseada em projetos, uma vez que inicialmente a aula é expositiva com apresentações para a organização das equipes que trabalharão ao longo do semestre. Em seguida, a primeira etapa trata-se de um conjunto de discussões a partir de leituras selecionadas. Já a segunda etapa é composta pela realização de exercício de modelagem 3D e 4D em laboratório (AZEVEDO; MOLINA, 2015).

3.3 UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Na experiência da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP) com a tecnologia BIM, foi introduzida uma disciplina de Introdução ao Projeto de Engenharia no curso de engenharia civil, ministrada a partir de 2015, possuindo quatro créditos, sendo metade reservado ao tema BIM (BARISON et al., 2010). A adoção do BIM, tanto no meio acadêmico, quanto no ciclo de vida das obras tende a crescer significativamente em âmbito nacional, tendo como outro indicio a publicação do Diário Oficial da União (2017), que decreta a instituição do Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling* (CE-BIM), que possui caráter temporário e com a finalidade de propor em esfera do Governo Federal a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, além de suas diretrizes e prioridades de atuação.

3.4 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Em agosto de 2009, tiveram início as atividades acadêmicas do Campus de Joinville da UFSC, constituído pelo Centro de Engenharias da Mobilidade (CEM), que estava organizado em dois ciclos de formação. O primeiro, incluía os quatro primeiros semestres de conteúdos básicos para a formação de engenharia. O segundo incluía o ciclo específico de formação, do quinto ao décimo semestre, em que os estudantes optavam oficialmente pelos cursos oferecidos no CEM: Interdisciplinar em Mobilidade, Engenharia Ferroviária e Metroviária, Engenharia de Infraestrutura, Engenharia de Transportes e Logística, dentre outras. Devido a forma do planejamento pedagógico do CEM, o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) do bacharelado em Engenharia de Infraestrutura foi formalizado no segundo semestre de 2012, visando formar profissionais com um perfil especializado em grandes obras de engenharia civil (CEM, 2012).

As metodologias de ensino inovadoras e ativas permitem ao estudante maior participação na construção do processo de aprendizagem. Neste contexto, a tecnologia de BIM assume a diretriz de

metodologia de ensino aplicada, por meio da gestão de disciplinas, flexibilidade no entendimento do processo construtivo de edificações e infraestrutura, modelagem paramétrica, e através de projetos onde o aluno gera conhecimento. A metodologia do trabalho permeia a coleta de informações através de entrevistas, grupos focais, *workshop* e questionários com estudantes para análise e verificação das possibilidades de implementação do nível de aceitação acadêmica e identificação dos benefícios provenientes da mudança de abordagem de conteúdo. Por fim, sugere-se uma proposta com estratégias de ensino para viabilizar a inserção do conceito BIM por meio de ferramentas laboratoriais, atividades práticas, abordagens para projetos integradores e plataforma de integração curriculares.

3.5 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Em meados de 2016, foi assinado um termo de cooperação técnica entre a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e o Governo do Estado do Paraná como forma de difundir o conhecimento sobre a tecnologia BIM. Este termo de cooperação visa aumentar as pesquisas da plataforma, gerando benefícios futuros para a sociedade em geral em forma de infraestruturas modernas e qualidade de vida e também para a universidade e alunos, onde poderão adquirir conhecimento acerca do paradigma BIM e poder aplicá-lo na forma de ensino e aprendizagem para o desenvolvimento profissional.

3.6 EMPRESA JÚNIOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

A integração e a comunicação entre os profissionais envolvidos no processo de construção conquistam cada vez mais importância no mercado atual. Nesse contexto, BIM surge como uma tecnologia capaz de possibilitar a integração entre agentes da construção. Com isso, a demanda de profissionais da construção que possuam habilidades e conhecimentos BIM tende a aumentar. Dessa forma, a tecnologia BIM vem influenciando também no ensino e capacitação dos futuros profissionais da construção civil. Nesse contexto, um artigo abordando as barreiras a serem enfrentadas a fim de incluir o BIM no ensino propõe uma nova alternativa para a introdução do BIM na formação universitária: a implantação da tecnologia nas Empresas Júniores (EJs) (LEITNER et al., 2018). Este artigo aborda também o conceito de EJs e visa desenvolver um plano executivo BIM para a Empresa Júnior de engenharia civil da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Foi realizado um estudo de caso na Empresa Júnior de engenharia civil da UFPR, de modo a entender sua estrutura organizacional, tendo sido possível adaptar um plano de execução BIM reconhecido internacionalmente a sua realidade. Como resultado, foi identificada a aplicabilidade de tal plano em EJs e seu potencial na introdução de BIM, tanto na vida profissional quanto acadêmica.

Considerando que o processo de trabalho em BIM requer a introdução de novas práticas de trabalho no setor de construção, uma abordagem interessante para apresentar esta nova realidade aos discentes seria passar a utilizar a tecnologia BIM nas empresas juniores de engenharia civil, consideradas ambientes de aprendizagem eficazes dentro das universidades. Segundo Deutsch (2011), ao se trabalhar BIM, é mais importante ter um domínio sobre o processo, do que sobre a tecnologia para obter resultados satisfatórios. Assim, foi proposto um plano de execução adaptado à estrutura da empresa, reforçando o trabalho colaborativo. A referência usada para a elaboração do plano foi BIM *Project Execution Planning Guide da Pennsylvania State University*. O guia em questão explica como organizar um BIM *Project Execution Plan* (PEP), sugerindo quatro passos principais: (i) identificar o valor de BIM utilizado em cada fase do empreendimento; (ii) criar mapas de processo para a execução do BIM; (iii) definir as entregas de BIM na forma de troca de informações; e (iv) desenvolver a infraestrutura na forma de contratos, procedimentos de comunicação, tecnologia e controle de qualidade. No final do guia, algumas sugestões são feitas para se obter uma implementação bem sucedida, dentre elas estão: identificar a pessoa mais adequada para fazer o PEP (BIM *Champion*), envolver a diretoria da empresa, fazer com que a equipe de projeto trabalhe de forma colaborativa, adaptar o PEP para a estrutura de cada empresa, revisá-lo regularmente e disponibilizar os recursos necessários. O PEP deve delinear os objetivos, processo de troca de informações e infraestrutura de suporte para a implementação. Uma vez que o PEP é criado, a equipe pode acompanhar e monitorar seu progresso em relação a ele, para ganhar o máximo de benefícios da implementação BIM (CHAVES et al., 2014).

O guia de referência lista 25 formas de utilização do BIM que têm sido utilizadas na indústria, dentre as quais foram destacadas quatro que se adequam aos objetivos organizacionais da empresa júnior em questão:

1. Compatibilização 3D: processo no qual um *software* de detecção de interferências é usado durante a compatibilização dos projetos para determinar colisões entre as diversas disciplinas, de modo a eliminá-los antes da fase de execução;
2. Concepção de Projeto: processo no qual um *software* de projeto 3D é usado para desenvolver um modelo de informações na construção, baseado em critérios importantes para a criação do projeto. Os dois grupos essenciais de aplicações de projetos baseados em BIM são as ferramentas de concepção (criação de modelos) de projeto e as ferramentas de revisão e análise;
3. Análise de Engenharia: processo pelo qual um *software* de modelagem inteligente utiliza o modelo BIM para determinar o método executivo mais eficaz, baseado nas especificações de projeto;
4. Estimativa de custos: processo no qual o modelo BIM pode ser utilizado para gerar a lista de quantitativos e de custos ao longo do ciclo de vida de um projeto.

Em seguida, é necessário avaliar a capacidade da equipe para trabalhar com BIM de acordo com cada uso estabelecido para a tecnologia, definindo os recursos e competências necessárias para a implementação destes usos no processo de projeto.

3.7 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Segundo Alencar et al. (2018), foi realizado um estudo na UFC – Universidade Federal do Ceará para propor uma metodologia pedagógica para a disciplina Modelagem da Informação e da Construção (MIC) do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. Os conceitos utilizados abordam temas como o BIM e alguns *softwares* de aplicação, as competências de um profissional e as Metodologias Ativas. Foi realizado um levantamento sobre o ensino do BIM em Fortaleza e, em seguida, discutido a metodologia inovadora mais coerente para a MIC, bem como referências bibliográficas. Foi sugerido a implantação da Aprendizagem Baseada em Projetos, Sala de Aula Invertida, Estudo de Casos e Instrução pelos Colegas, uso de material didático simples e conciso. O estudo propôs uma abordagem dinâmica sobre o BIM e constante renovação da MIC.

3.8 OUTRAS EXPERIÊNCIAS NACIONAIS EM BIM

Segundo Barison e Santos (2011), podem haver variações de estratégias de ensino e aprendizagem, de acordo com o nível de competência que a universidade deseja atingir, que são: introdutório, intermediário e avançado.

No nível introdutório, o objetivo é aprender as ferramentas BIM mais utilizadas em determinadas disciplinas, alcançar uma boa fundamentação em conceitos BIM e conceitos básicos de modelagem, assim como aprender como comunicar diferentes tipos de informação. No nível intermediário, há uma continuação do aprendizado em relação ao nível introdutório, em que o objetivo é conhecer outras ferramentas BIM para aplicar técnicas avançadas de modelagem, conhecer os diversos sistemas de edificações e pesquisar funcionalidades de famílias nestas ferramentas. No nível avançado, o objetivo é aprender processos e técnicas BIM relacionadas a compatibilização, interoperabilidade, outras ferramentas e gerenciamento BIM, processo de formação de equipes e dinâmicas. De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada durante este estudo, não foram encontrados relatos de experiências de ensino de BIM neste nível de competência.

No quadro 1 são mostradas outras experiências de ensino nacionais de acordo com os níveis de competência estabelecidos por Barison e Santos (2011).

Quadro 1. Experiências nacionais de ensino de *Building Information Modeling* baseadas nos níveis de competência.

Experiências de ensino avaliadas	Níveis de competência (BARISON; SANTOS, 2011)	Fases do ciclo de vida abordadas	Modelo	Produtos gerados
Universidade Federal de Alagoas (ANDRADE, 2007)	Nível introdutório (habilita modelador)	Projeto	Modelagem e produtividade	Modelagem paramétrica (arquitetura) e extração de documentação automática

Universidade Presbiteriana Mackenzie (FLORIO, 2007)	Nível introdutório (habilita modelador)	Projeto	Modelagem e produtividade	Modelagem paramétrica (arquitetura e estrutura) e extração de documentação automática
Conservatório Brasileiro de Música (RUSCHEL et al., 2011)	Nível introdutório (habilita modelador)	Projeto	Modelagem e produtividade	Modelagem paramétrica (arquitetura, instalações e estrutura) e extração de documentação automática
UFSCar (SERRA; RUSCHEL; ANDRADE, 2011)	Nível intermediário (habilita analista)	Projeto Construção	Modelagem e produtividade, integração de modelos e uso aplicado	Modelagem paramétrica, extração de documentação automática e 4D

Fonte: Ruschel (2013). Adaptado pelos autores.

3.9 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS EM BIM

Em 2010, mais de 100 escolas de engenharia ou arquitetura no mundo estavam introduzindo a tecnologia BIM nos currículos, em diferentes níveis de inserção, a maioria inserindo em uma única disciplina e não de forma integrada (BARISON; SANTOS, 2010). De acordo com a literatura científica, o *Georgia Institute of Technology* pesquisa BIM desde o início dos anos 90 (BARISON; SANTOS, 2010; BECERIKGERBER; GERBER; KU, 2011; PAVELKO; CHASEY, 2010, apud BARISON e SANTOS, 2011). Sua inserção no ensino superior ocorreu a partir de 2003, quando algumas universidades começaram a ensinar ferramentas BIM na engenharia em disciplinas isoladas, mas foi somente em 2006 que a grande maioria das universidades introduziu a tecnologia BIM em sua grade com metodologias de ensino diferentes. Em meados de 2005, a tecnologia BIM foi introduzida por universidades na forma de colaboração intra-cursos, interdisciplinar e à distância. Algumas universidades começaram a experimentar a colaboração em matérias de Gerenciamento da Construção e Ateliê de Projeto Integrado. Já em 2008, alunos de até seis cursos diferentes de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) foram contemplados com o ensino de BIM no Ateliê de Projeto Interdisciplinar (BARISON; SANTOS, 2010; HOLLAND et al., 2010, apud BARISON e SANTOS, 2011). O quadro 2 sintetiza algumas experiências internacionais de ensino de BIM baseadas nos níveis de competência estabelecidos por Barison e Santos (2011).

Segundo Barison e Santos (2011).

A tendência atual é implementar o Ateliê de Projeto Inter-níveis e/ou Transdisciplinar. Um exemplo é o *Integrated Construction Leadership Studio*, oferecido pela *Virginia Tech*, que reúne alunos de cursos de Arquitetura Engenharia e Construção (AEC) de vários níveis. Outro programa em estudo pela mesma escola, chamado *Integrated Real Estate Program* (IREP), incluirá várias matérias ao longo do currículo e integrará alunos de outras disciplinas além de AEC.

Quadro 2. Experiências internacionais de ensino de *Building Information Modeling* baseadas nos níveis de competência.

Experiências de ensino avaliadas	Níveis de competência (BARISON; SANTOS, 2011)	Fases do ciclo de vida abordadas	Modelo	Produtos gerados
Technion (SACKS; BARAK, 2010)	Nível introdutório (habilita modelador)	Projeto e construção	Modelagem e produtividade	Modelagem paramétrica (arquitetura) e extração de documentação automática

Colorado State University (CLEVENGER et al., 2010)	Nível intermediário (habilita analista)	Projeto e construção	Integração de modelos e uso aplicado	Modelagem paramétrica (arquitetura e estrutura) e extração de documentação automática
Stanford University (PETERSON et al., 2011)	Nível avançado (habilita gerente)	Construção	Integração de modelos e uso aplicado (edificação existente)	Modelagem paramétrica (arquitetura, instalações e estrutura) e extração de documentação automática
Virginia Tech/University of Southern California (BECERIK-GERBER; KU; JAZIZADEH, 2012)	Nível avançado (habilita gerente)	Projeto, construção e operação	Integração de modelos e visão holística do modelo de informação (edificação existente)	Modelagem paramétrica, extração de documentação automática e 4D

Fonte: Ruschel (2013). Adaptado pelos autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base em revisão de literatura e foco em instituições de ensino superior, esta pesquisa mostrou a demanda por especialização para a tecnologia BIM, como uma nova experiência acadêmica para divulgação, prática e capacitação de profissionais da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação. Embora possam existir vários profissionais especializados em BIM, na prática um único profissional pode executar as tarefas de um ou mais especialistas, dependendo da complexidade do projeto e do tamanho da companhia em que trabalha. Mas a formação específica desse profissional ainda não é contemplada nas formações universitárias de engenharia e arquitetura. Percebe-se então que a implementação do ensino de BIM nas universidades brasileiras, como objeto de análise, deu-se primeiramente por uma disciplina isolada e, a partir dessa experiência, foram moldadas outras metodologias de ensino, assim como aconteceu em universidades internacionais, porém com mais fases abordadas e consequentemente um maior aprendizado por parte dos alunos.

Diante disto, é nítida a dificuldade de uma metodologia clara de ensino baseada no conceito BIM, não ficando apenas na modelagem paramétrica, pois para isso é necessário investimento financeiro e temporal para capacitação dos docentes, assim como uma mudança da grade curricular, criando novas disciplinas sobre BIM, inserindo o conceito abrangendo algumas disciplinas já existentes e trabalhando a colaboração e interoperabilidade entre estas disciplinas. Considera-se que o futuro das construções civis dependerá diretamente da tecnologia BIM, portanto, espera-se, com este estudo, que a reflexão sobre o ensino do conceito BIM tenha se dado de maneira efetiva diante das dificuldades apresentadas, possibilitando uma análise crítica de metodologias de ensino para que acompanhe o avanço tecnológico.

REFERÊNCIAS

ABBAS, A.; DIN, Z. U.; FAROOQUI, R. Integration of BIM in Construction Management Education: An Overview of Pakistani Engineering Universities. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 151-157, 2016.

- ALENCAR, C *et al.* Ensino de BIM na disciplina Modelagem da Informação e da Construção (MIC) por meio das metodologias ativas. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Salvador, p. 1-10, 2018. COBENGE 2018.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 27, 2010, Cairo. **Proceedings...** Cairo: Blacksburg, VA, Virginia Tech, 2010. p. 1-10.
- BARISON, M.B; SANTOS, E. Tendências Atuais para o Ensino de BIM. **Tecnologia e Informação da Construção**, Salvador, 2011.
- BASTO, P.; LORDSLEEM JUNIOR, A. Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 45-61, Dec. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212016000400045&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 13 Nov. 2018.
- BECERIK-GERBER, B.; GERBER, D. J.; KU, K. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 16, p. 411-432, 2011. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2011/24>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- CHAVES, F. J. et al. Implementação de BIM: Comparação entre as diretrizes existentes na literatura e um caso real. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 15, 2014, Maceió – Alagoas, 2014. **Anais...** p. 1468-1477.
- CHECCUCCI, É. S. Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil. **Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, 2014.
- DEUTSCH, R. **BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- FRIDRICH, J.; KUBEČKA, K. BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 141, p. 763-767, 2014.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 5 ed., 2010.
- GONÇALVES JR, F. **Manual BIM: O que você precisa saber sobre essa ferramenta de inovação**. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/noticias/manual-bim-o-que-voce-precisa-saber-sobre-essa-ferramenta-de-inovacao/>> Acesso em 13 Nov. 2018.
- HOLLAND, R; et al. Integrated Design Courses Using BIM as the Technology Platform. In: **THE BIM-RELATED ACADEMIC WORKSHOP**, 2010, Washington D.C. Proceedings... Washington D.C.: Guillermo Salazar and Raymond Issa, 2010. Disponível em: <http://www.buildingsmartalliance.org/client/assets/files/bsa/bsa_conference_proceedings_1210.pdf>. Acesso em 13 Nov. 2018
- LEITNER, D. *et al.* Proposta de plano de execução BIM em uma Empresa Júnior de engenharia civil: uma alternativa para a introdução de BIM na formação em engenharia. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Salvador, p. 1-10, 2018. COBENGE 2018.
- MOLINA, M.; AZEVEDO JR, W. O Ensino/Aprendizado do BIM no curso de Engenharia Civil da UFJF. **Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, 2015.
- NAWARI, N. O. BIM standard in off-site construction. **Journal of Architectural Engineering**, v. 18, n.2, p. 107-113, 2012.
- PIKAS, E.; SACKS, R.; HAZZAN, O. Building information modeling education for construction engineering and management. II: Procedures and implementation case study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 11, p. 05013002, 2013.
- PRETTI, S.M. **Engenharia Simultânea em construtoras incorporadoras: uma análise de maturidade**. 2013. 246f. Dissertação (Mestrado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, junho 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000200012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 18 Mar. 2019.

RUSCHEL, R. C. Ensino de BIM na UNICAMP. **Revista Estrutura**, São Paulo, ano 2018, n. 2, ed. 5, p. 55-59, abr. 2018.



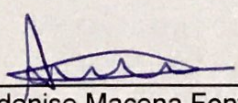
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

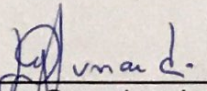
Às 10 horas do dia dezenove de março de dois mil e dezenove, no Laboratório de Tecnologia das Construções, no prédio das Engenharias II da UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **MATHEUS MEDEIROS GRANGEIRO**, aluno do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula 2014020179, com o título **“IMPLEMENTAÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL: UM ESTUDO DE CASO”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Profa. Dra. Maria Aridenise Macena Fontenelle, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Profa. Dra. Diana Gonçalves Lunardi e Profa. Dra. Rafaely Angelica Fonseca Bandeira, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 9,5; 9,5; 9,5. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi aprovado com média geral 9,5. E para constar, eu, Maria Aridenise Macena Fontenelle, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 19 de março de 2019.

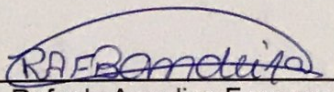
Assinatura dos membros da Banca Examinadora.



Prof. Dr. Maria Aridenise Macena Fontenelle – UFERSA
Presidente e orientador



Profa. Dra. Diana Gonçalves Lunardi – UFERSA
Primeiro Membro



Profa. Dra. Rafaely Angelica Fonseca Bandeira – UFERSA
Segundo Membro