

BIM NO ENSINO DE ARQUITETURA: UM ESTUDO SOBRE A INSERÇÃO DA METODOLOGIA EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS

Isabela Jayme⁽¹⁾, Fábio Freire⁽¹⁾

(1) UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba

Resumo

Este artigo busca analisar a inserção de conteúdos e práticas relacionadas à Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling – BIM) no ensino de Arquitetura e Urbanismo em nível de graduação no Brasil. Em frente ao distanciamento que ocorre entre o ensino acadêmico e as demandas do mercado de trabalho no setor da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), o objetivo do estudo é explorar como determinadas universidades públicas brasileiras estão ou não incorporando essa tecnologia e metodologia em seus programas curriculares - e conseqüentemente preparando ou não seus estudantes para uma atuação profissional colaborativa e integrada -, especialmente no ensino de projeto de arquitetura. A partir de uma análise das ementas das disciplinas ofertadas pelos cursos de Arquitetura e Urbanismo, procura-se questionar qual é a abrangência das estratégias utilizadas para a adoção do BIM no desenvolvimento de projetos, em que momento do curso elas são introduzidas e de que forma é possível se encaminhar para uma formação mais completa, que desenvolva habilidades e competências dos futuros profissionais para além do uso de ferramentas, compreendendo o BIM como um processo.

1. Introdução

A demanda por profissionais capacitados para desenvolver e gerenciar projetos usando a Modelagem da Informação da Construção (BIM - *Building Information Modelling*), no Brasil e no mundo, cresce rapidamente. Os estudos de Andrade e Ruschel [1] concluem que o uso de BIM no Brasil corresponde à geração *BIM 1.0* na classificação de John Tobin em *Proto-Building: To BIM is to Build*. A primeira geração, de três, condiz com a emergência do uso de programas que se baseiam em objetos paramétricos, substituindo pouco a pouco os *softwares* de CAD. Nesse quadro, contudo, a atividade de projeto ainda permanece isolada e o BIM é entendido e utilizado mais como ferramenta do que um processo de trabalho. Segundo Barison e Santos [2], muitas instituições de ensino superior têm buscado implementar uma maior diversidade de disciplinas para se adaptarem às novas tecnologias e necessidades da

indústria da construção. Entretanto, ainda é possível dizer que as experiências acadêmicas são relativamente recentes e não possuem uma base consolidada de pedagogias de ensino. Segundo os autores, a partir de 2003 várias universidades passaram a ensinar ferramentas BIM, processo que foi intensificado entre 2006 e 2009.

Para Delatorre [3], os casos relatados de experiências nacionais e internacionais evidenciam que a implementação do BIM no ensino deve ser mais que a introdução de uma tecnologia aplicada ao desenvolvimento de projeto e construção, precisa avançar em direção a transformações significativas que envolvam pessoas, processos e consequentemente práticas colaborativas, interdisciplinares e integradas. Um caminho longo há de ser percorrido para que essa aprendizagem seja efetivamente difundida, exigindo a colaboração entre o setor público, privado, instituições e demais agentes envolvidos na esfera da AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação). Nesse contexto, a universidade apresenta um papel importante na tomada de decisões e formação de futuros profissionais.

Diante dessas questões, este artigo propõe uma investigação acerca da inserção de conteúdos sobre a metodologia BIM nos cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo de universidades públicas brasileiras. O intuito da pesquisa é entender de que forma essas instituições vêm ou não enfrentando e suprindo essa demanda, através da categorização e comparação entre as diferentes experiências. Para a construção e análise, o artigo é composto por um breve cenário sobre o ensino do BIM no Brasil, a metodologia de pesquisa, análise dos dados, estudos de caso e conclusões.

2. O cenário do ensino de BIM no Brasil

Conforme defendem Barison e Santos [4], é fundamental que arquitetos, engenheiros e demais projetistas conheçam e assimilem os conceitos do BIM durante os estudos acadêmicos. A metodologia tem potencial para ser incorporada ao longo do currículo, integrando disciplinas e conteúdos. Ainda que inicial, existe a preocupação em desenvolver uma educação da Modelagem da Informação da Construção que priorize seus aspectos conceituais e que evolua para além das ferramentas, perspectiva que é evidenciada nas experiências internacionais.

No Brasil, Ruschel *et al.* [5] constatam que o processo de implementação do BIM no ensino vem se realizando gradualmente e de forma pouco efetiva nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. A maioria das experiências está inserida no nível de competência introdutório e em poucos casos intermediário, com ênfase principalmente na parametrização do projeto arquitetônico. Segundo essa classificação, os casos intermediários são aqueles em que a abordagem ultrapassa a modelagem paramétrica e avança para a detecção de conflitos, análise de custos e compartilhamento de modelo. Essas atividades são essenciais ao analista BIM, mais capacitado que o modelador BIM do nível introdutório. Os autores não encontraram nenhuma experiência de nível de competência avançado, que trabalha com modelos compartilhados de forma simultânea e abordando todas as fases do ciclo de vida da edificação, caracterizando a formação de um gerente BIM.

Para Benedetto *et al.* [6], existem dois modelos utilizados para a inclusão do conteúdo nas matrizes curriculares dos curso da área da AECO: a adoção pontual, em somente algumas disciplinas isoladas e com assuntos específicos e fragmentados, e a adoção integrada, envolvendo e criando relações também com as disciplinas técnicas. São poucas experiências que relatam esse último modelo. Da mesma maneira, Checcucci *et al.* [7] ressaltam que a

inserção do BIM nos cursos de Arquitetura se encontra numa fase preliminar, geralmente introduzida de forma pontual em uma ou duas disciplinas da matriz curricular da graduação: representação gráfica e/ou projeto de arquitetura. Poucos casos apresentam integração com disciplinas técnicas, como instalações prediais, estruturas e construção civil.

Ainda segundo Benedetto *et al.* [6], a lentidão do processo de implementação do BIM nos currículos reflete a velocidade com a qual a metodologia está sendo adotada no mercado brasileiro. Dessa forma, o ensino revela um ritmo mais acelerado a partir de um nível superior de demanda por parte do mercado e do governo e, eventualmente, de incentivos. Segundo Santos [8], a disciplina Informática Aplicada passou a ser obrigatória nos cursos de Arquitetura e Urbanismo pela Portaria MEC nº 1.770, em 1994. Nenhuma legislação, porém, regula seu conteúdo e formato, sendo que a maioria dessas disciplinas ainda dão ênfase aos *softwares* CAD. Para a investigação deste artigo, portanto, o estudo se dirigiu para as formas de inclusão de conteúdos BIM nas graduações, com enfoque nos cursos de Arquitetura e Urbanismo.

3. Metodologia de pesquisa

Para o recorte de pesquisa, foram selecionados os cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo de universidades públicas brasileiras, a fim de investigar a abrangência da difusão do BIM no ambiente acadêmico. Tendo como base a lista de classificação no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) realizado em 2017 [9], foram analisadas todas as graduações de universidades públicas federais (42) e estaduais (9), totalizando 51 cursos dentro dos 307 que realizaram o exame nacional. O Enade, componente curricular obrigatório dos cursos de graduação, é uma das avaliações do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), cujo objetivo é examinar conhecimentos, competências e habilidades desenvolvidas pelos estudantes ao longo do curso.

Além destes 51, foram incluídos também as duas graduações da USP, dos campi de São Paulo e São Carlos, somando um final de 53 cursos. A USP não participa integralmente do Enade porque as redes estaduais e municipais de educação superior podem optar por não realizá-lo. Por meio de consultas de documentos disponibilizados nos *sites* dos departamentos e coordenações de curso, foram estudados os Projetos Políticos Pedagógicos, as matrizes curriculares, ementas de disciplinas, os laboratórios de pesquisa e grupos de estudos que englobam os estudantes de graduação, com o objetivo de identificar onde estão inseridos os conteúdos sobre BIM, em quais momentos do ensino e de quais formas. A partir dos dados levantados, foram construídos gráficos para ilustração e comparação entre as diferentes universidades, apresentados a seguir.

4. Análise de dados

A partir da investigação realizada, foi constatado que, dos 53 cursos de Arquitetura e Urbanismo examinados, apenas 15 apresentaram alguma inserção de ensino da metodologia BIM em seus currículos (figura 1). Entre essas 15 graduações, estão as seguintes universidades e classificações no Enade 2017: UNICAMP (4º), UFSC (5º), UFMG (8º), UFV (12º), UFU (18º), UFPE (19º), UFJF (28º), UFPEL (31º), UFBA (39º), UFMS (40º), UDESC (47º), UFT (52º),

UFAL - campus de Maceió (66°), UFAL - campus de Arapiraca (209°) e USP - campus de São Paulo (não participante do Enade).

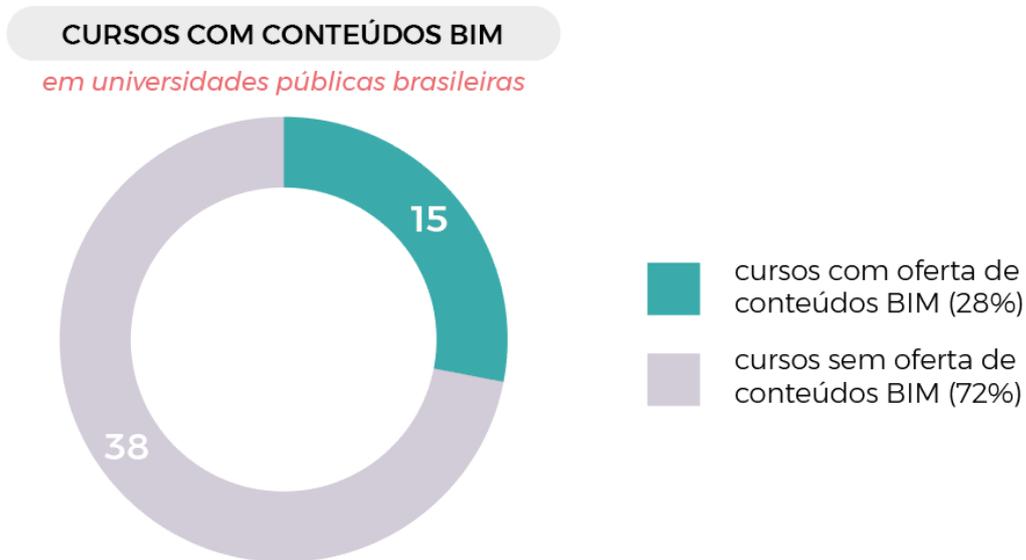


Figura 1: Gráfico de presença de conteúdos em BIM nos cursos de graduação.

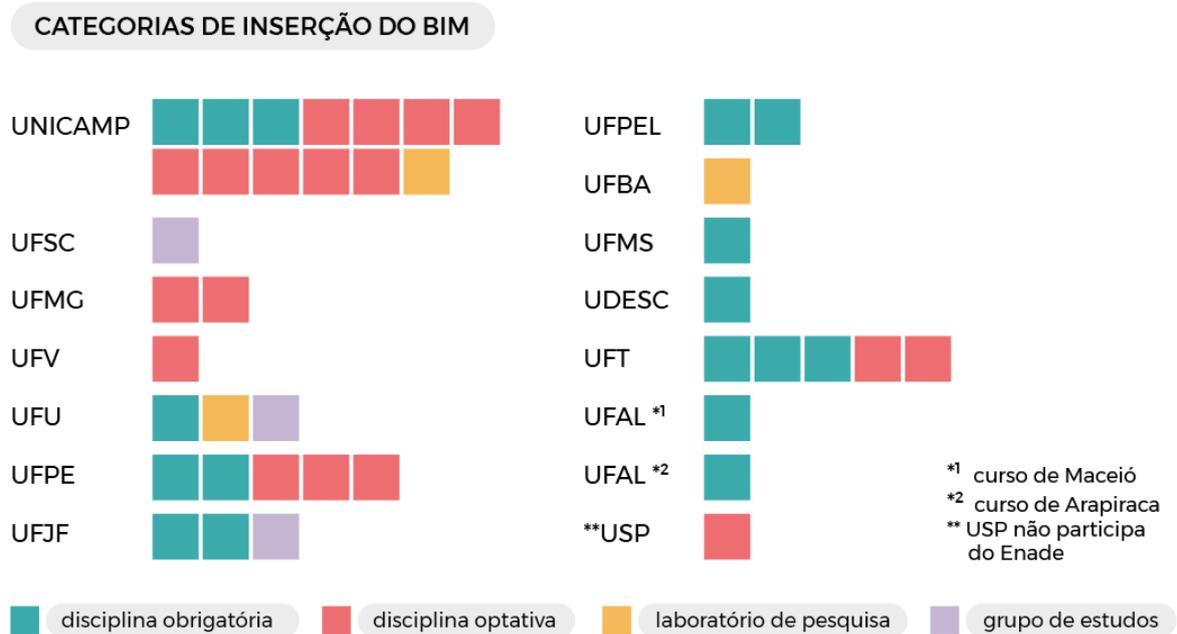


Figura 2: Relação entre cursos e categorias de inserção de conteúdos BIM.

A presença do BIM foi identificada em quatro categorias: disciplinas obrigatórias, disciplinas optativas, laboratórios de pesquisa e grupos de estudos. No segundo gráfico (figura 2), essas categorias foram distribuídas nos cursos das universidades identificadas, por ordem de classificação no Enade. O gráfico apresenta a quantidade de disciplinas obrigatórias e optativas por curso, e também a presença ou ausência de laboratórios de pesquisa e grupos de estudos específicos.

4.1. Caráter e ementa das disciplinas

Como é possível observar na figura 2, apenas 10 dos 15 cursos oferecem disciplinas obrigatórias em suas matrizes curriculares, sendo que a maioria se enquadra nas áreas de representação gráfica digital e informática aplicada à arquitetura. Em somente duas universidades, existem disciplinas obrigatórias de projeto arquitetônico que se focam na utilização do BIM durante o processo projetual em algum período do curso, sendo três disciplinas na UNICAMP e uma na UFJF, aplicando então os aprendizados das aulas de representação e informática. Desses 10 cursos que ofertam disciplinas obrigatórias, 3 possuem também optativas: UNICAMP, UFPE e UFT. Em outros três casos, na UFMG, UFV e USP (campus de São Paulo), existem somente optativas. O campus de São Carlos da USP não possui optativas semelhantes no currículo.

Para uma análise mais aprofundada sobre os conteúdos lecionados, foram examinadas as ementas e objetivos das disciplinas ofertadas pelos cursos. A partir da complexidade dos conteúdos da adoção do BIM e da classificação de Ruschel *et al.* [5], elas foram divididas em dois níveis: introdutório e intermediário. No primeiro nível, se encontram a maior parte das disciplinas dos cursos, que são lecionadas de forma isolada e ofertam conceitos e práticas introdutórias, em uma fase do ciclo de vida da edificação. Na UFMG, as duas disciplinas optativas, “Tempo, Desempenho e Sustentabilidade” e “Construção Industrializada”, apresentam brevemente a metodologia e ferramentas BIM.

Por outro lado, tanto a UFV como a USP possuem apenas uma optativa específica (“Modelagem da Informação da Construção”), que tem como objetivos introduzir conceitos e princípios básicos dos sistemas BIM (interoperabilidade, classes) e capacitar o aluno na modelagem paramétrica com procedimentos de produção e gerenciamento da documentação técnica.

Já os cursos da UFU, UFMS, UDESC e UFAL possuem somente uma disciplina obrigatória, sendo elas relacionadas à representação e criação digital entre o 2º e o 4º período, com objetivo de desenvolver projetos arquitetônicos através da modelagem parametrizada em BIM.

Na UFPE, duas disciplinas obrigatórias de Informática Aplicada, no 3º e 5º período, compreendem fundamentos e ferramentas para Gestão de Informação de Projeto. Três optativas apresentam conceitos e operações básicas para modelagem da informação da construção (famílias, classes, objetos, instâncias, Open BIM, IFC) e introdução ao ArchiCAD.

Na UFJF, duas disciplinas obrigatórias, uma em Representação Digital e outra de projeto, englobam introdução a conceitos e metodologias BIM com uso do *software* Revit. A UFPEL possui duas disciplinas obrigatórias de Representação Digital, com foco na introdução à parametrização e à metodologia BIM, no gerenciamento de informações e documentação.

Para o nível intermediário, que além de conceitos básicos possibilita a prática com a integração de modelos, foram identificados dois cursos. Na UNICAMP, existem duas disciplinas obrigatórias para estudantes de Engenharia Civil que queiram realizar uma formação ampliada em integração com o curso de Arquitetura e Urbanismo. A “Teoria de Projeto X: Integração Colaboração” apresenta estudos de caso e metodologias de processos de projeto colaborativos envolvendo equipes multidisciplinares com alto grau de controle de atividades, coordenação e orçamentos, enquanto a “Projeto X: Projeto Integrado e Colaborativo” capacita o aluno para desenvolver essas práticas. No curso regular de Arquitetura, existe a disciplina obrigatória “Informática Aplicada II” que introduz o conceito de BIM, interoperabilidade, modelagem paramétrica e classes de objetos. Há também nove disciplinas eletivas de ateliê vertical com equipes de estudantes de todos os períodos para desenvolvimento e coordenação de projetos colaborativos utilizando o BIM.

Por fim, a UFT apresenta duas disciplinas obrigatórias e três optativas de “Desenho Técnico Assistido por Computador” que demonstram uma evolução de conceitos e aplicações básicas de metodologia BIM para integração com a disciplina de Orçamento e Planejamento, elaboração de quantitativos e interoperabilidade entre programas compatíveis.

4.2. Laboratórios de pesquisa

Três universidades possuem laboratórios de pesquisa com estudos associados ao BIM. O primeiro caso, o LAMPA - Laboratório de Arquitetura, Metodologia de Projeto e Automação da UNICAMP, dispõe de atividades de pesquisa que compreendem o desenvolvimento e utilização de modelos de informação da edificação. O segundo, denominado IN FORMA 3D - sigla que designa o Laboratório de Modelagem Baseada em Informação -, faz parte das estruturas laboratoriais da Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Design da UFU. O último laboratório pertence à UFBA, chamado LCAD - Laboratório de Estudos Avançados em Cidade, Arquitetura e Tecnologias Digitais, atua como centro de estudos e pesquisas multidisciplinar em tecnologias de informação espacial e participa da Rede BIM - Brasil.

4.3. Grupos de estudos

Como última categoria de análise, foram identificados três grupos de estudos específicos para o aprendizado do BIM e suas aplicações. Na UFSC, existe o GEBIM, um grupo de estudos interdisciplinar formado por alunos de graduação e pós-graduação, professores e profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil que têm o interesse de aprimorar seus conhecimentos. O grupo surgiu pautado na necessidade de estudo, capacitação e desenvolvimento de atividades que envolvam a metodologia BIM dentro da universidade. Isso acontece por meio da realização de atividades de extensão (cursos, eventos e projetos), de pesquisas (TCCs, Mestrados e Doutorados) e do ensino através de estudos, leituras, discussões, treinamentos e palestras.

O segundo exemplo ocorre dentro do IN FORMA 3D, laboratório de pesquisa em BIM da UFU. Com o nome de Café Paramétrico, o grupo de estudos acontece semanalmente e é aberto ao público para discussões e oficinas. Por fim, há também o GEBIM da UFJF, criado em 2018 a partir da iniciativa de um grupo de discentes que perceberam a importância do BIM como um novo paradigma no âmbito da construção. Com o propósito de integrar cursos envolvidos no setor AECO, participam alunos e professores dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica. Por intermédio de encontros semanais, são desenvolvidos projetos de obras de edificações em um processo colaborativo, de otimização de processos e fluxos de trabalho.

5. Estudos de caso

Com base nas observações realizadas, foram selecionados quatro estudos de caso entre os 15 cursos, sendo escolhidos aqueles que apresentaram maior quantidade de casos e variedade de categorias: UNICAMP, UFU, UFPE, UFT. Estes podem servir como modelo de inserção da metodologia BIM para outros cursos de graduação.

5.1. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

O curso de Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, que ocupa o 4º lugar no Enade, é notavelmente o que apresenta a maior quantidade e variedade de categorias de presença do BIM

(figura 2). Em sua matriz curricular, existem três disciplinas obrigatórias e nove disciplinas optativas. A primeira delas, ofertada no 3º semestre, é chamada “AU302 Informática Aplicada II: Introdução ao CAD”. Além dos sistemas de CAD, a ementa também abrange a introdução ao conceito de BIM, interoperabilidade, modelagem geométrica digital, parametrização e definição de classes de objetos e representação técnica 2D a partir do modelo digital.

As outras duas disciplinas obrigatórias são ateliês de projeto arquitetônico. A UNICAMP é uma das poucas universidades onde os conceitos aprendidos nas aulas de informática podem ser aplicados e desenvolvidos durante todo o processo projetual em um período inteiro de aulas de projeto. A ementa da “AU022 Teoria de Projeto X: Integração Colaboração” envolve processos de projeto com instrumentos e ambientes colaborativos, metodologias e estratégias organizacionais para projetos integrados, coordenação de projetos, estudo de caso de projetos de alto grau de controle de atividades e de orçamentos envolvendo equipes multidisciplinares. A “AU140 Projeto X: Projeto Integrado e Colaborativo” compreende o desenvolvimento de projetos de arquitetura de forma colaborativa, utilizando recursos da tecnologia da informação e comunicação.

As optativas ofertadas, “AU191 - Teoria e Projeto: Ateliê Vertical 1” até “AU199 - Teoria e Projeto: Ateliê Vertical 9”, são formadas por um grupo de nove ateliês verticais, sempre temáticos e com equipes mistas transversalmente ao curso, ou seja, compostas por estudantes de todos os períodos. Esses ateliês funcionam como ambientes colaborativos, usando o BIM para metodologias, comunicação e coordenação de projetos de arquitetura integrados. Ademais, trabalham todas as variáveis do processo projetual, como concepção, partido, programa, humanização, sustentabilidade, condicionantes do lugar, tecnologias construtivas e impactos socioambientais. Essa forma de ensino contribui para um aprendizado muito mais completo e holístico, integrando diversos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, onde os estudantes podem colocá-los em prática e aprender com as trocas entre si.

Além das disciplinas, o Laboratório de Arquitetura, Metodologia de Projeto e Automação (LAMP) proporciona ainda mais suporte para os alunos que desejam se aprofundar na área do BIM. As atividades de pesquisa em andamento compreendem a racionalização do processo projetual, automação de etapas, simulação de desempenho, desenvolvimento e utilização de modelos de informação da edificação, visualização e interação com Realidade Virtual e Aumentada e estudos de projeto colaborativo e participativo.

5.2. UFU - Universidade Federal de Uberlândia

Na graduação de Arquitetura e Urbanismo da UFU, 18ª colocada no Enade, existe somente uma disciplina obrigatória: a “GAU025 Modelagem Paramétrica”, no 3º semestre do curso. A ementa apresenta técnicas de modelagem parametrizada, trabalhando a relação entre desenho eletrônico e processos de produção automatizados para desenvolver projetos arquitetônicos através da modelagem da informação da construção.

O grande diferencial da universidade é o laboratório IN FORMA 3D. Fundado em 2017 em substituição ao antigo Laboratório de Computação Gráfica II, seus participantes se dedicam a investigar as novas tecnologias que possibilitam inovações nas áreas de Arquitetura, Urbanismo e Design. O grupo vem produzindo pesquisas em várias áreas relacionadas ao design computacional, sendo uma grande parte delas em BIM, mas também em Design Paramétrico, Generativo, Responsivo e Adaptativo, Realidade Virtual e Aumentada e Fabricação Digital.

Para as atividades desenvolvidas, o *software* ArchiCAD é o mais utilizado, por permitir uma conexão instantânea com as plataformas de design Rhinoceros e Grasshopper. Ainda assim,

outras plataformas como a Autodesk também são utilizadas pelos pesquisadores. O laboratório regularmente promove palestras e workshops, disponibilizando também tutoriais em *site* próprio. Além deste expediente, a divulgação de todos os conteúdos é feita em diversos canais de comunicação.

Incluído na estrutura do laboratório, há o grupo de estudos denominado Café Paramétrico, com encontros semanais abertos ao público e propostas de temas diversos para fomentar discussões e atividades. Ainda existe o plano de desenvolver um *Fab Lab* para fabricação e prototipagem digital. O *Fab Lab* é um modelo de laboratório que incentiva a troca de informações e conhecimento para criação e desenvolvimento de novas ideias, contando com ferramentas como impressora 3D e cortadora a laser e sendo aberto ao público, para que estudantes, professores e a população em geral possam ter contato com essas tecnologias.

5.3. UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Na colocação seguinte do Enade, em 19º, o curso da UFPE disponibiliza duas disciplinas obrigatórias e três optativas. A primeira obrigatória, “Informática aplicada à Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo II”, está inserida no 3º semestre. Os conteúdos da ementa citam as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na gestão do processo projetual, o paradigma da Modelagem de Informação da Construção como processo, ferramentas computacionais e fundamentos de gestão de documentos digitais de projeto.

Existem duas optativas que aprofundam os conhecimentos em BIM. No 3º semestre, a disciplina “Tópicos Especiais em Informática aplicada à Arquitetura Urbanismo e Paisagismo II” trabalha conceitos de BIM, sistemas computacionais, condicionantes e desafios para implantação. No 4º semestre, a disciplina “Tópicos Especiais em Geometria 3DI” desenvolve conceitos básicos (famílias, classes, objetos, instâncias, openBIM, IFC), expõe comparativos entre *softwares* BIM e traz uma introdução ao ArchiCAD, apresentando o programa, conteúdos de modelagem e documentação.

Um fator interessante é que em outras duas disciplinas, uma obrigatória e outra optativa, há o estudo das TICs aplicadas ao planejamento, produção e gestão do espaço urbano, ou seja, na Modelagem da Informação da Cidade (CIM). Tanto a disciplina obrigatória, “Informática aplicada à Arquitetura Urbanismo e Paisagismo III”, quanto a disciplina optativa, “Tópicos Especiais em Informática aplicada à Arquitetura Urbanismo e Paisagismo III”, fazem parte do 5º semestre do curso.

5.4. UFT - Universidade Federal do Tocantins

Como último estudo de caso, o curso da UFT, que ficou em 52º no Enade, é semelhante à UFPE em relação à distribuição de disciplinas, com três obrigatórias e duas optativas. A diferença se encontra nos níveis de aprendizado, que começam por conteúdos introdutórios e prosseguem até conhecimentos mais avançados, proporcionando uma visão ampla e com mais opções de aplicações inseridas na metodologia BIM. As disciplinas “Desenho Técnico Assistido por Computador I”, II e III são obrigatórias, tratando de conceitos básicos e intermediários de BIM. A primeira abordagem tem como objetivo permitir a concepção de formas através de modelagens e estudos de massa com ênfase na criação intuitiva e posterior representação. A segunda viabiliza a representação de formas arquitetônicas variadas, análise da orientação solar e Mapa Térmico. Por fim, a terceira proporciona a concepção de formas arquitetônicas complexas, geodésicas e de múltiplos pavimentos, com ênfase na criação, representação,

animação básica, uso de planilhas de quantificação e composição de custos, proporcionando integração com a disciplina de “Orçamento e Planeamento”.

As optativas correspondem às disciplinas “Desenho Técnico Assistido por Computador IV” e V, que oferecem recursos para animação avançada e multimídia com a geração de filmes a partir dos projetos desenvolvidos em ambientes computacionais na metodologia BIM. Nas disciplinas III e V também são incluídos quantitativos (áreas, materiais, equipamentos, esquadrias), transmitância térmica dos materiais e interoperabilidade entre programas.

6. Conclusões

A avaliação feita a partir dos dados observados colabora para demonstrar que a inclusão da metodologia BIM no ensino brasileiro ainda se encontra em um estágio inicial e processo lento, em concordância com Ruschel *et al.* [5] e Checcucci *et al.* [7]. Como foi possível observar, apenas 10 (18,87%) dos 53 cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo pesquisados apresentam disciplinas obrigatórias que envolvem conteúdos de BIM, ou seja, mostram uma inserção mais efetiva na matriz curricular e de alcance a todos os alunos matriculados. Outros cinco cursos incluem apenas optativas, grupos de estudos ou laboratórios especializados. Nessas outras categorias, porém, a participação depende da vontade e escolha do estudante em aprender e desenvolver habilidades sobre o tema.

É importante destacar que os grupos de estudos muitas vezes surgem por iniciativa conjunta de estudantes e professores, na tentativa de suprir carências e preencher lacunas que as disciplinas não atendem, adaptando-se às necessidades mais atuais da profissão e do mercado. Em alguns casos, esses grupos acabam se tornando laboratórios, e conquistam uma estrutura própria para o desenvolvimento das pesquisas dentro das universidades.

De fato, muitas das disciplinas ainda se enquadram na área de Informática Aplicada, exigida como disciplina obrigatória pelo Ministério da Educação (MEC) desde 1994, e oferecem muitas vezes somente conteúdos introdutórios de BIM. Em algumas experiências, a metodologia é aplicada em aulas de ateliê de projeto, como ocorre na UNICAMP e na UFJF, em algumas outras pode ser mais explorada em disciplinas optativas, como na UFPE, ou então é aprofundada em módulos obrigatórios e optativos com conteúdos cada vez mais avançados, como na UFT.

A partir dos gráficos elaborados no item 4 (Análise de dados), fica evidente que a inserção do BIM nas graduações de Arquitetura e Urbanismo em universidades públicas brasileiras está aquém das necessidades da indústria da construção. Em conformidade com Checcucci [7], é necessário desenvolver estratégias mais efetivas que possam intensificar a difusão e amadurecimento do ensino de BIM no Brasil, inserindo abordagens mais avançadas de gestão e coordenação em projetos colaborativos e integrados. Existem muitos fatores que ainda dificultam a adoção desse paradigma, como a falta de docentes qualificados e proficientes, o custo de infraestrutura necessária, mas principalmente a mudança de toda uma cultura, que deve acontecer tanto no ensino quanto no mercado profissional.

Diante deste cenário, cabe ressaltar que deve ser responsabilidade do MEC atualizar e regulamentar as Diretrizes Curriculares e Conteúdos Mínimos que disciplinas dos cursos devem abranger, prevendo a inserção de conteúdos relacionados a tecnologias digitais inovadoras, entre elas conteúdos sobre o real conceito de Modelagem da Informação da Construção, além da simples utilização de *softwares*. Com o fomento de revisões curriculares frequentes nas

universidades, é possível alcançar mais arquitetos, engenheiros e projetistas já no início de suas formações acadêmicas e profissionais, desenvolvendo habilidades de colaboração e integração de projetos, gerenciamento de informações, otimização de tempo e processos e, conseqüentemente, favorecendo e estimulando ainda mais o desenvolvimento tecnológico no setor da AECO.

Referências

- [1] M.-X.de Andrade e R. C. Ruschel, “BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências”, in *Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios (2009)*, São Carlos, Brasil, 2009.
- [2] M. B. Barison, e E. T. Santos, “Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional”, *Gestão e tecnologias de Projetos*, São Paulo, vol. 6, nº 2, p. 67-80, dez. 2011. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51011>. [Acedido em 06 janeiro 2020].
- [3] V. Delatorre, “Potencialidade e Limites do BIM no Ensino de Arquitetura: Uma Proposta de Implementação”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2014.
- [4] M. B. Barison and E. T. Santos, “BIM Teaching Strategies: An Overview of the Current Approaches,” *Proc. Int. Conf. Comput. Civ. Build. Eng. 2010*, no. 2008, p. 577, 2010.
- [5] R. C. Ruschel et al., “O ensino do BIM no Brasil: onde estamos?”, *Ambiente Construído*, vol. 13, pp. 151-165, Abril-Junho 2013.
- [6] H. Benedetto et al., “Ensino de BIM no Brasil: Análise do Cenário Acadêmico”, *Informática na Educação: Teoria e Prática*, vol. 20, n.2, Maio-Agosto 2017.
- [7] E. S. Checucci et al., “Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura”, in *Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design* [=Blucher Design Proceedings, vol.1, n.7, pp. 307-311, Dezembro 2014].
- [8] L. A. Santos, “Building Information Modelling no Ensino de Arquitetura e Urbanismo: Percepção e Disseminação do BIM nas Instituições de Ensino Superior do Estado de São Paulo”, Dissertação de Mestrado, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Brasil, 2017.
- [9] MEC/INEP, “Planilhas do Conceito”, *Press Kit Enade 2017 e Indicadores de Qualidade da Educação Superior*, out. 2018 [Online]. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/indicadores/legislacao/2018/resultados_conceito_enade_2017.xlsx. [Acedido em 19 dezembro 2019].