

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

Isabela Jayme<sup>(1)</sup>, Fábio Freire<sup>(1)</sup>

(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).

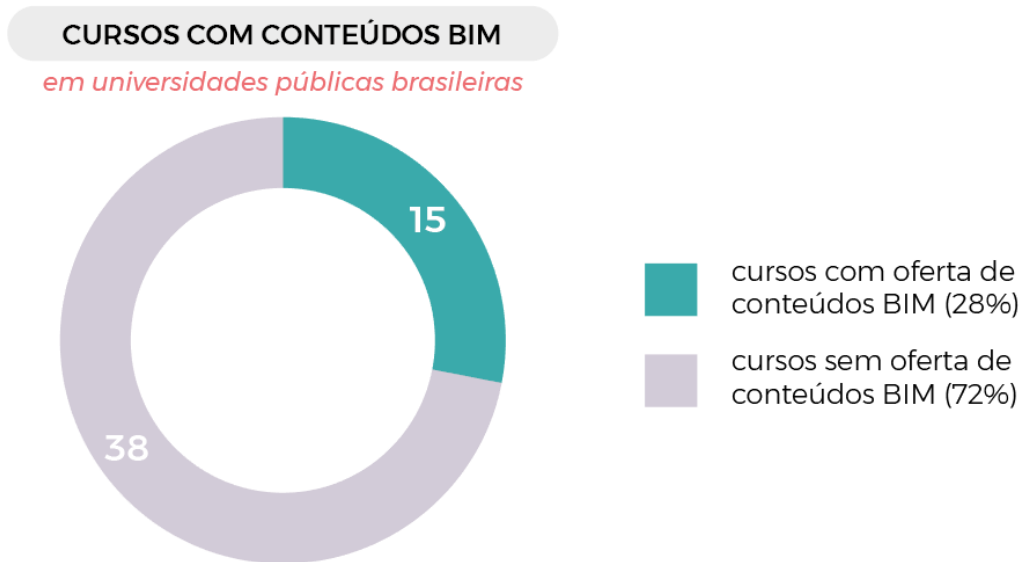


Figura 1: Gráfico de presença de conteúdos em BIM nos cursos de graduação.

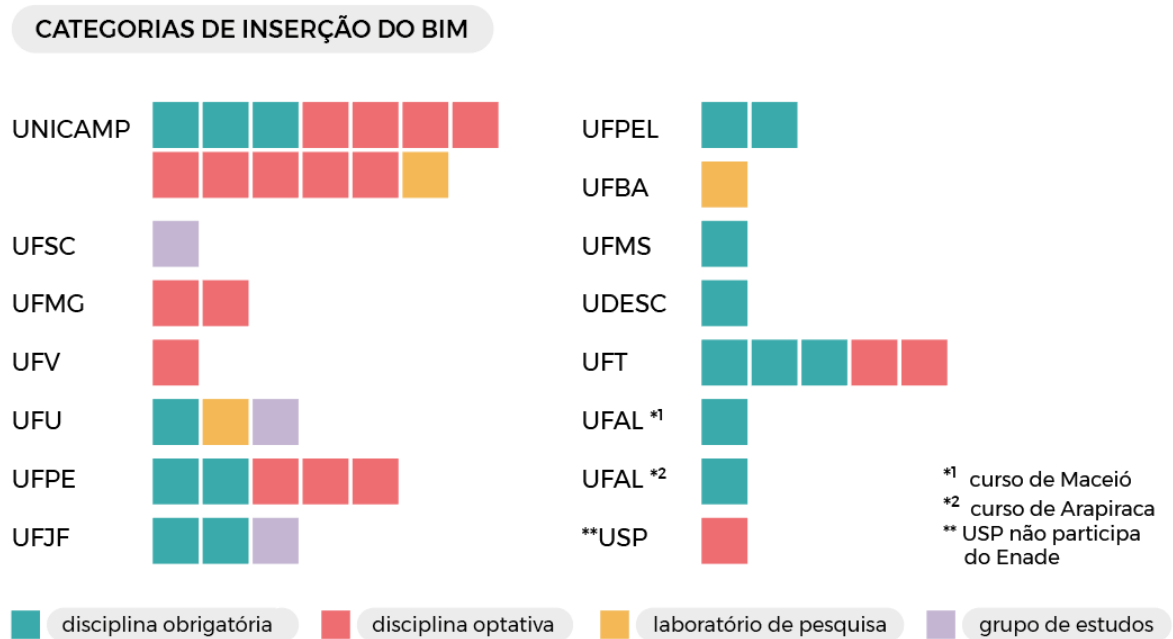


Figura 2: Relação entre cursos e categorias de inserção de conteúdos BIM.

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](http://download.inep.gov.br/educacao_superior/indicadores/legislacao/2018/resultados_conceito_enade_2017.xlsx). [Acedido em 19 dezembro 2019].