

BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo em instituições públicas brasileiras¹

BIM in the teaching of Architecture and Urbanism in Brazilian public institutions

BIM en la enseñanza de Arquitectura y Urbanismo en instituciones públicas brasileñas

Eixo temático: Arquitetura e Urbanismo, Modelagem computacional.

SIMAS, Tarciso Binoti, Unifesspa, tarcisobinoti@gmail.com

LEAL, Joanne, Unifesspa, joanneleal09@gmail.com

CARVALHO, Carlos Maviael de, Unifesspa, maviae.mcarvalho@gmail.com

Resumo: Desde o final do século XX, o advento do *Building Information Modelling* (BIM) está ampliando novas possibilidades de processo de projeto com desenho paramétrico, fabricação digital, análises, compatibilização etc., sobretudo em comparação ao *Computer-Aided Design* (CAD). Isso tem gerado muitas expectativas de mudanças tanto na atuação profissional quanto no campo do ensino. Portanto, este artigo tem como objetivo entender a atual configuração de representação digital no ensino público de Arquitetura e Urbanismo no Brasil em relação ao uso das plataformas CAD e/ou BIM. Para tal, foram consultados os Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC) disponíveis nos respectivos sites e analisadas suas disciplinas quanto ao uso de plataformas de CAD e/ou de BIM. É possível observar um significativo número de cursos cujas disciplinas não mencionam o sistema BIM nem seus softwares, assim como experiências híbridas e abordagens importantes nesse avanço tecnológico. Entende-se a necessidade de maior reflexão sobre o BIM e seus desdobramentos para subsidiar sua introdução ou atualização nos PPC de Arquitetura e Urbanismo.

Palavras-chaves: BIM. CAD. Projeto Pedagógico de Curso. Arquitetura e Urbanismo.

Abstract: *Since the end of the 20th century, the advent of Building Information Modelling (BIM) is expanding new possibilities for the design process with parametric project, digital fabrication, analysis, compatibility etc., especially in comparison to Computer-Aided Design (CAD). This has generated many expectations of changes both in professional performance and in the field of education. Therefore, this article aims to understand the current configuration of digital representation in public education in Architecture and Urbanism in Brazil in relation to the use of CAD and/or BIM platforms. To this end, the Pedagogical Course Projects (PPC) available on the respective websites were consulted and their disciplines were analyzed regarding the use of CAD and/or BIM platforms. It is possible to observe a significant number of courses whose subjects do not mention the BIM system or its software, as well as hybrid experiences and important approaches in this technological advance. It is understood that there*

¹ SIMAS, T. B.; LEAL, J.; CARVALHO, C. M. BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo em instituições públicas brasileiras In: CONGRESSO ARAGUAIENSE DE CIÊNCIAS EXATA, TECNOLÓGICA E SOCIAL APLICADA, p. 1-12, 2020, Santana do Araguaia. **Anais...** Santana do Araguaia: II CONARA, 2020.

is a need for greater reflection on BIM and its developments to support its introduction or update in the PPCs for Architecture and Urbanism.

Keywords: *BIM. CAD. Pedagogical Course Project. Architecture and Urbanism.*

Resumen: *Desde finales del siglo XX, el advenimiento del Building Information Modelling (BIM) está ampliando nuevas posibilidades para el proceso de diseño con diseño paramétrico, fabricación digital, análisis, compatibilidad, etc., especialmente en comparación con el Computer-Aided Design (CAD). Esto ha generado muchas expectativas de cambios tanto en el desempeño profesional como en el ámbito educativo. Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo comprender la configuración actual de la representación digital en la educación pública en Arquitectura y Urbanismo en Brasil en relación con el uso de plataformas CAD y/o BIM. Para ello, se consultaron los Proyectos de Curso Pedagógico (PPC) disponibles en los respectivos sitios web y se analizaron sus disciplinas en cuanto al uso de plataformas CAD y/o BIM. Es posible observar un número significativo de cursos cuyas asignaturas no mencionan el sistema BIM o su software, así como experiencias híbridas y enfoques importantes en este avance tecnológico. Se entiende que existe la necesidad de una mayor reflexión sobre BIM y sus desarrollos para apoyar su introducción o actualización en los PPC de Arquitectura y Urbanismo.*

Palabras clave: *BIM. CAD. Proyecto Curso Pedagógico. Arquitectura y Urbanismo.*

1 Introdução

Desde as últimas décadas do século XX, os avanços tecnológicos estão mudando os processos de projeto e de ensino em Arquitetura e Urbanismo. Depois do ganho de agilidade e de produtividade em desenhos digitais proporcionado pelo *Computer-Aided Design* (CAD), desenho ou projeto assistido por computador, o *Building Information Modelling* (BIM), modelagem da informação da construção, está ampliando novas possibilidades em desenho paramétrico integrado ao processo criativo, fabricação digital, análises, orçamentos etc. Nesse universo de inúmeras possibilidades, se questiona quais são as mudanças já em curso para introdução do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo.

Essa indagação se faz cada vez mais necessária devido aos avanços legais em relação ao BIM. Em 2017, foi instituído o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modelling* (CE BIM) de caráter temporário (BRASIL, 2017). Isso resultou no Decreto n. 9.377/2018 que, além de revogar o anterior, instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (id, 2018). Em 2019, o Decreto n. 9.983 também revoga o seu antecessor e dispõe a Estratégia BIM BR e seu Comitê Gestor (id, 2019). Em 2020, o Decreto n. 10.306 estabelece a implementação do BIM em alguns órgãos e entidades da administração pública federal que fazem parte do âmbito na Estratégia BIM BR, sendo sua responsabilidade definir os empreendimentos, programas e iniciativas de disseminação do BIM, assim como deixa opcional para as demais instituições públicas (id, 2020). Essa implantação deve acontecer de forma gradual nas seguintes fases:

I - primeira fase - a partir de 1º de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações [...] e abrangerá, no mínimo: a) a elaboração dos modelos de arquitetura e dos modelos de engenharia referentes às disciplinas de: 1. estruturas; 2. instalações hidráulicas; 3. instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado; e 4. instalações elétricas; b) a detecção de interferências físicas e funcionais entre

as diversas disciplinas e a revisão dos modelos de arquitetura e engenharia, de modo a compatibilizá-los entre si; c) a extração de quantitativos; e d) a geração de documentação gráfica, extraída dos modelos a que se refere este inciso;

II - segunda fase - a partir de 1º de janeiro de 2024, o BIM [... será acrescido] na gestão de obras [e nas etapas de] b) a orçamentação, o planejamento e o controle da execução de obras; e c) a atualização do modelo e de suas informações como construído (*as built*), para obras cujos projetos de arquitetura e engenharia tenham sido realizados ou executados com aplicação do BIM;

III - terceira fase: a partir de 1º de janeiro de 2028, [... serão acrescidos] b) o gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a sua construção, cujos projetos de arquitetura e engenharia e cujas obras tenham sido desenvolvidos ou executados com aplicação do BIM. (BRASIL, 2020; grifos dos autores).

A partir dessas expectativas de mudanças, espera-se também novas formas de ensino para preparar os futuros profissionais de Arquitetura e Urbanismo para uma nova realidade. Portanto, este artigo tem como objetivo entender a atual configuração de representação digital no ensino público de Arquitetura e Urbanismo no Brasil em relação ao uso das plataformas CAD e/ou BIM. Para tal, é realizada uma pesquisa documental sobre os Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC) de Arquitetura e Urbanismo.

2 BIM no ensino

O sistema de representação de projeto arquitetônico tradicional era feito de forma manual até a interferência do meio tecnológico e a apresentação do sistema CAD amplificado a partir dos anos de 1980. O software bastante usual AutoCAD foi criado em 1982. Esse modelo proporcionou a automatização e uma maior qualidade e eficácia na produção de projetos. Apesar destas evoluções, suas formas geométricas básicas são manipuladas de tal modo que somente os projetistas podem atribuir um significado para as formas e linhas, tal como na representação analógica de parede, tubulação, fiação, dentre outras. Ainda nos anos 1980, graças a supercomputadores de maior velocidade e capacidade de processamento de dados, segundo Omena, Laura e Oliveira (2019), o Projeto de Arquitetura adentra ao método algorítmico de documentação². Essa transição entre os métodos algorítmico e seu antecessor, o computacional, aconteceu com a programação dentro dos programas de desenho para auxílio na composição formal. Esses novos sistemas ultrapassaram a reprodução de atividades repetitivas de desenho e passaram a afetar o método de projeto com novos procedimentos para encontrar soluções inovadoras na composição de geometrias não convencionais. Assim, os objetos não são desenhados com *mouse*, mas sim definidos por uma programação específica.

Esses novos avanços tecnológicos resultaram na plataforma BIM. Dentro desse sistema, uma das ferramentas que mais vem se destacando é o software Revit, desenvolvido pela empresa Autodesk. Nesses moldes, não se trata apenas da representação de linhas e sim, tal como em uma construção virtual, dos próprios componentes como parede, porta, tubulação etc. Entretanto, BIM vai além do que suas próprias ferramentas (Revit, ArchiCad etc.), pois envolve diversas transformações no processo de projeto. Os avanços em modelagem paramétrica, códigos de programação, prototipagem rápida e realidades virtual e aumentada estão gerando

² Os autores classificam os outros três métodos históricos de documentação como: (1) Método perspectivo, com o advento da perspectiva no Renascimento; (2) Método Descritivo, com o ensino de geometria descritiva, a partir da Revolução Industrial; e (3) Método Computacional, com invenção do computador gráfico interativo, a partir dos anos 1960 (OMENA, LARA e OLIVEIRA, 2019).

novas possibilidades de projeto com modelos virtuais com inúmeras informações; novas formas de documentação do projeto; diversas possibilidades de análise e avaliação de estudo da forma, conforto, instalações, estrutura, economia etc.; estreitamento da relação entre o mundo virtual e o real através da produção rápida de protótipos; uma nova forma de fabricação, instalação e montagem no canteiro de obras; e uma nova forma de gestão do processo de projeto, mais colaborativa e horizontal, desde sua fase inicial (PEREIRA; RIBEIRO, 2015; COELHO; NOVAES, 2008; COSTA; FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2015; FLORIO, 2005, 2011; MATTANA; LIBRELOTTO, 2017; SANTOS; LIMA, 2019). Isso levanta o questionamento sobre as mudanças em diversas esferas.

No processo de ensino-aprendizado, Benedetto, Bernardes e Pires (2017) destacam que a implantação do BIM ainda carece de profissionais qualificados nos cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo. Existe uma certa dificuldade de acompanhar a velocidade dos avanços tecnológicos de projeto e de produção de arquitetura, devido às necessidades de infraestruturas, como laboratórios, hardwares, softwares e de capacitação profissional dos docentes e técnicos (PEREIRA; RIBEIRO, 2015). Além disso, Batistello, Balzan e Pereira (2019) destacam a pouca aproximação às escalas de planejamento urbano e regional (maior foco na Arquitetura), necessitando maior aprofundamento em *City Information Modelling* (CIM). Por outro lado, há avanços em novas experiências que estão incorporando o BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo. Segundo Barison e Santos (2011), em 2003, algumas escolas começaram a introduzir o BIM, mas sua popularização foi maior entre 2006 e 2009. Ruschel, Andrade e Morais (2013) explicam a popularização do BIM nesta época se deve à grande demanda no mercado que influenciou a busca por capacitação de profissionais e que o ensino de BIM vem acontecendo de forma gradual nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Neste sentido, Pereira e Ribeiro (2015) classificam esse processo de introdução do BIM em três possíveis etapas: (1) enfoque na modelagem paramétrica; (2) enfoque na colaboração; e (3) enfoque na criação compartilhada e colaborativa do modelo da edificação. Já Pepe et al (2018) classificam em outros três níveis: (1) nível básico ou geral, com conhecimento das ferramentas; (2) nível avançado, com abrangência a processos envolvendo vários atores; e (3) nível profissional, quando o processo chega até a etapa de produção.

Pepe et al (2018) destacam alguns casos no exterior. Na *Penn State University*, cuja entrada do BIM teve origem em 2004 através de seminário em parceria com a Autodesk; em 2005, com o ensino do Revit e uma abordagem teórica no 2º ano; em 2009, com a unidade curricular de projeto interdisciplinar *Interdisciplinary Collaborative BIM Studio*, juntando alunos em equipes multidisciplinares de projeto (engenharia, arquitetura-engenharia e arquitetura paisagista). Na *École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse*, o BIM foi contemplado, em 2006, em unidade curricular optativa e, em 2013, em uma unidade curricular do 4º ano. Já na *University of Salford*, foi criado, em 2014, um curso de Arquitetura onde o BIM já está introduzido no plano curricular desde o 1º ano. Na América Latina, em um panorama do ensino de projeto de arquitetura em ambiente digital, Vasconcelos e Sperling (2016, p. 97) levantaram que “em sua grande maioria, os experimentos de design digital vêm sendo conduzidos não por disciplinas de atelier de projeto, mas por disciplinas das áreas de representação e tecnologia das construções”.

No Brasil, Silva e Rubio (2017) destacam que a introdução do BIM enfrenta os desafios de alto custo e da falta de biblioteca nacional potencializa as dificuldades. De qualquer modo, são observadas experiências pontuais que estão avançando nesse desafio. Batistello et al (2015, p. 137) exemplificam a *Rede Pronto 3D – Prototipagem Rápida e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D* que envolve quatro cursos de Arquitetura e Urbanismo e Design do Estado de Santa Catarina, cujo objetivo é “auxiliar as diferentes etapas do projeto através da pesquisa, criação, desenvolvimento e produção de modelos, maquetes e produtos”. No Centro Universitário Belas

Artes de São Paulo, essa transição entre os “meios analógicos de projetar” e as possibilidades dos processos digitais está sendo feita através do Laboratório de Fabricação Digital e Prototipagem Rápida, inaugurado em 2015; de palestras, tais como de Franklin Lee, Afonso Orciuoli, Eduardo Sampaio Nardelli e Anne Save; e do projeto de extensão universitária intitulado *Processos Projetuais Emergentes: Design e Fabricação Digital para a construção de um abrigo responsivo* (LEITE; MARTINS, 2015). No curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em 2013, tornou-se parte do currículo obrigatório a disciplina *Modelagem Digital e Prototipagem* que introduz a lógica da modelagem algorítmico-paramétrica e de prototipagem rápida e fabricação digital no processo de projeto (Almeida et al, 2017). O Professor Wilson Florio (2005, 2011) destaca, de suas experiências de ensino com BIM, que os alunos passam a enfrentar logo na fase inicial a solução de questões mais técnicas (construibilidade e viabilidade técnica) com definição de estrutura, vedações, caixilharia, processo construtivo etc. Para o Professor Marcelo Tramontano (2016), o BIM facilita o ensino de projeto de edificações com formas complexas, geometrias não-euclidianas, formas arquitetônicas não-ortogonais, múltiplas curvaturas etc. Diante do desafio para implantação do BIM, este artigo tem como objetivo entender a atual configuração de representação digital no ensino público de Arquitetura e Urbanismo no Brasil em relação ao uso das plataformas CAD e/ou BIM.

3 Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto, foi realizada uma pesquisa descritiva com coleta de dados documentais em PPC ofertados em instituições públicas brasileiras. Através de consulta ao site do Ministério da Educação³ no dia 21 de outubro de 2020, foram levantados os cursos oferecidos por instituições públicas. No total, são 59 instituições públicas no Brasil que ofertam 67 cursos. São 44 em Universidades Federais, 10 em Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia, 12 em Universidades Estaduais e 01 em Universidade Municipal que é o caso da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS). Há instituições que ofertam dois cursos, cada uma com seu próprio PPC, em diferentes *campi* ou turnos. Em localidades distintas, Universidade Federal de Alagoas (UFAL) oferta nos *campi* de Maceió e de Arapiraca; a Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia e Cidade de Goiás; a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), em Campo Grande e Naviraí; a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), em Bauru e Presidente Prudente; a Universidade de São Paulo (USP), em São Paulo e São Carlos; e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria e Cachoeira do Sul. Já a Universidade Federal da Bahia (UFBA) e a Universidade de Brasília (UNB) ofertam cursos em diferentes turnos.

Após este levantamento, em cada instituição, foram consultados a disponibilidade do PPC em seu respectivo site e o mínimo de dados necessários para analisar os sistemas de representação digital do desenho técnico de arquitetura, tal como matriz curricular, ementas e referências bibliográficas. Depois deste apanhado, 42 PPC foram selecionados e suas disciplinas de representação digital, analisadas em relação às plataformas CAD e/ou BIM e aos softwares utilizados através de suas ementas e referências bibliográficas⁴. Com o levantamento destes

³ <https://emec.mec.gov.br/emec/nova#avancada>

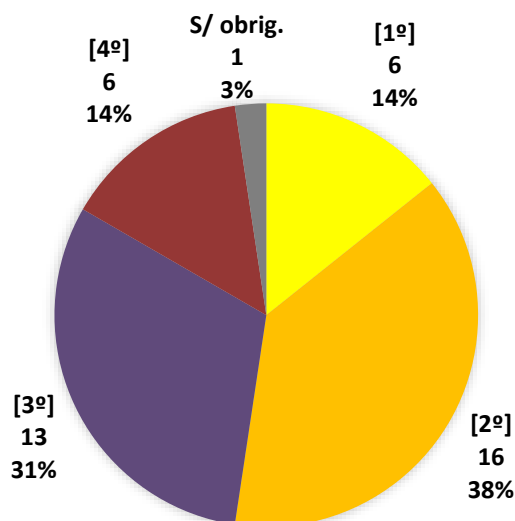
⁴ Foram selecionados os PPC do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Farroupilha (IFFarroupilha), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR), USP de São Paulo e de São Carlos, Universidade Estadual de Campinas

dados, foi possível classificar as disciplinas que mencionam: (i) Sistemas e softwares CAD, sem citar sistemas e softwares BIM; (ii) Softwares BIM, tais como Revit, Archicad etc. sem utilizar o termo BIM; e (iii) Plataforma BIM. Nas disciplinas enquadradas nestes critérios, foram identificados seu caráter obrigatório ou optativo e seu período. Após este levantamento, os resultados do processamento de dados em gráficos e descrições são apresentados a seguir.

4 CAD e BIM no ensino público de Arquitetura e Urbanismo no Brasil

Diante da amostra levantada, foi possível observar diferentes fotografias sobre as plataformas digitais no ensino público de Arquitetura e Urbanismo. Tratando-se do primeiro contato com disciplinas de representação digital, conforme Figura 1, as maiores ocorrências são no segundo semestre (38%) e no terceiro semestre (31%). Há seis casos em que este encontro já acontece logo no primeiro semestre, assim como são seis os cursos que só oferecem a partir do quarto período. Somente uma única instituição menciona representação digital em disciplina optativa, sendo assim foi classificada sem a obrigatoriedade.

Figura 1 – Gráfico do primeiro contato com representação digital conforme período



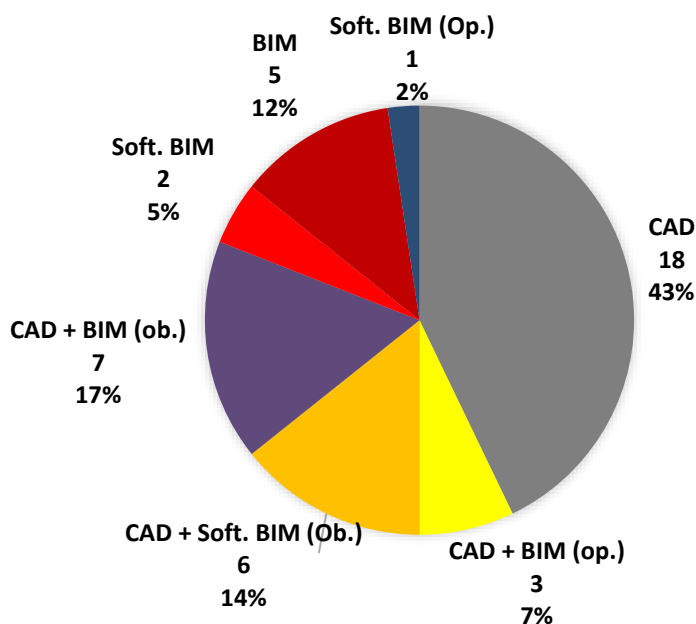
Fonte: Elaboração própria (2020)

A Figura 2 apresenta as formas como se configura a representação digital ao longo de todo curso em relação às plataformas CAD e BIM. Em 18 casos (43%), os cursos só mencionam softwares e plataformas de CAD, sem citar qualquer relação com BIM e seus softwares. Nos casos híbridos, ou seja, onde há disciplinas que mencionam exclusivamente CAD e outras que descrevem BIM e seus softwares, são ao todo 16 cursos (38%). No detalhamento dessas

(UNICAMP), Universidade Estadual de Londrina (UEL), Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), UNESP de Presidente Prudente, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), UFAL de Maceió e de Arapiraca, UFG de Goiânia e de Cidade de Goiás, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), UFMS de Campo Grande e de Naviraí, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Universidade Federal de Roraima (UFRR), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), UFBA (diurno e noturno), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), Universidade Federal do Tocantins (UFT) e Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

propostas híbridas, são três cursos onde o BIM aparece em disciplinas optativas (7%); seis onde os softwares BIM são descritos em disciplinas obrigatórias (14%); e sete onde o BIM é mencionado em disciplinas obrigatórias (17%). Os cursos nos quais o BIM e seus softwares estão presentes em todas as disciplinas de representação digital somam sete casos (16%). Isso não significa que o sistema CAD e seus softwares não são mencionados, mas sim que em todas as disciplinas obrigatórias há menção ao BIM ou seus softwares. Dessa amostra, são dois cursos cujas disciplinas apresentam softwares BIM (5%) e cinco onde utiliza-se o termo BIM em suas disciplinas de representação digital (12%).

Figura 2 – Gráfico de composição de disciplinas de representação digital em relação ao CAD, softwares BIM e/ou BIM



Fonte: Elaboração própria (2020)

Além do levantamento desses dados quantitativos, foi possível observar importantes estratégias sobre representação digital. Nos cursos que mencionam softwares de sistema BIM, destacam-se as disciplinas de Informática aplicada à arquitetura I e II (60hs/cada) nos 3º e 4º períodos da UNEMAT (2013) com conteúdos sobre plataforma paramétrica; e de Representações 03 (45hs) no 4º semestre da IFMG (2019) com referência ao Revit⁵. Com referência ao termo BIM, destacam-se Desenho Digital 1 (54hs) no 2º semestre da UFAL (2019) de Maceió cuja ementa trata deste sistema; Computação Gráfica I e II (80hs/cada) nos 2º e 3º anos do IFPR (2017) que trazem como referência complementar uma tese sobre o tema⁶; na UFPEL (2016, p. 266), em Desenho Técnico para Arquitetura (68hs) no segundo período cujo objetivo é “capacitar o aluno para desenhar com uso da ferramenta computacional (CAD/BIM)” e Representação Digital em BIM (34hs) no quinto período; Projeto Assistido por Computador (72hs) no quarto período da UDESC (2020); e as disciplinas obrigatórias Desenho Técnico Assistido por Computador I, II e III (60hs/cada) nos segundo, terceiro e quinto períodos, e as optativas Desenho Técnico Assistido por Computador IV (30hs) e V (45hs) na UFT (2018).

⁵ NETTO, Claudia Campos. Autodesk® Revit® Architecture 2016 - Conceitos e Aplicações. São Paulo: Érica, 2016.

⁶ BARISON, Maria Bernadete. Introdução de modelagem de Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista. São Paulo, 2014. Tese doutorado USP.

Ainda nesse universo de representação digital, vale destacar que, na USP (2020) de São Carlos, antes do desenho arquitetônico digital, há a disciplina Informática na Arquitetura I cujo objetivo é “introduzir os recursos da informática postos à disposição dos arquitetos e da sociedade em geral, e como as tecnologias eletrônicas e digitais interferem no espaço, tempo e linguagem da arquitetura”. Dentre as experiências voltadas para Fab Lab, destacam-se as optativas, na UFMS (2020b) de Campo Grande, de Design paramétrico e fabricação digital (51hs) e na UFV (2020), Projeto Paramétrico e Fabricação Digital (30hs). No IFS (2019), há a disciplina Compatibilização e qualidade de projeto (45hs), no oitavo período, com pré-requisitos de instalações, cuja bibliografia básica referência o BIM⁷. Nas disciplinas de tecnologia, destacam-se a menção do software AutoCAD na referência da bibliografia complementar⁸ da disciplina de segundo período de Geomática e Topografia (90hs) e do BIM como referência da bibliografia básica⁸ da disciplina de Tecnologia das Construções II (60hs), no sexto período da UFRR (2017); na disciplina de Orçamento de Obras (40hs) da IFRO (2017), no oitavo período, onde BIM aparece na bibliografia complementar⁹; e na UFMS (2020a) de Naviraí, na disciplina optativa de Maquetes, com referência ao AutoCAD na bibliografia complementar¹⁰. Na área da crítica, observa-se a disciplina de terceiro período Teoria da Arquitetura e Urbanismo 3 da UNEMAT (2013, p. 41), cujo conteúdo aborda sobre “novas tendências contemporâneas paramétricas que associam arquitetura, urbanismo, tecnologia e inovação construtiva”.

5 Novos desafios para representação digital com BIM

Diante dos avanços tecnológicos e dos marcos legais sobre a implantação obrigatória do BIM em alguns órgãos públicos nos próximos anos, é importante entender a atual configuração de representação digital no ensino público de Arquitetura e Urbanismo no Brasil em relação ao uso de plataformas CAD e/ou BIM. Trata-se de uma pesquisa abrangente com coleta de dados documentais de 42 PPC selecionados. Vale ressaltar que os textos investigados podem não expressar e/ou não serem interpretados tal como cada curso idealiza. É possível que haja disciplinas optativas não atualizadas nos PPC ou novas versões não disponibilizadas nos respectivos *sites*. Entretanto, é possível realizar uma importante fotografia sobre o BIM no ensino superior público de Arquitetura e Urbanismo no ano 2020. Dentre os principais resultados, destaca-se que a maior parte dos cursos, 69%, começa o primeiro contato com representação digital nos segundo e terceiro períodos. Todavia, há 14% em que este encontro já acontece logo no primeiro semestre. É o caso da disciplina de Informática na Arquitetura I da USP (2020) de São Carlos que é ofertada antes mesmo do desenho arquitetônico digital.

Em relação às plataformas mencionadas, 43% dos cursos tem disciplinas que se referem exclusivamente ao CAD; 38% apresentam uma estrutura mista de obrigatórias e/ou optativas com menções ao CAD e/ou ao BIM; e 16% tem em todas suas disciplinas obrigatórias referência a softwares ou ao próprio termo BIM. O significativo percentual de disciplinas em CAD vai ao encontro da falta de qualificação no ensino superior de profissionais tal como apontado por Benedetto, Bernardes e Pires (2017), Pereira e Ribeiro (2015) e Ruschel, Andrade e Moraes (2013). Além disso, são poucas disciplinas de Projeto de Arquitetura que demandam o estudo de novos processos de projeto resultantes do BIM. Isso condiz com a observação de Vasconcelos e Sperling (2016) de que o BIM vem sendo introduzido na maioria dos cursos na América Latina por disciplinas de representação e tecnologia e não por projeto. Além de

⁷ LEUSIN, Sérgio Roberto. Gerenciamento e coordenação de projetos BIM. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

⁸ FERREIRA, F. L. Programação em AutoCAD com AutoLISP e Visual LISP. Lisboa: Lidel, 2011.

⁹ BADRA, P. A. L. Guia prático de orçamento de obras - do escalímetro ao BIM. 1 ed. São Paulo: PINI, 2012.

¹⁰ Silva Júnior, Rubens Marques Da; Alves, Maria Goretti Oliveira. Accurender 3: Maquetes Eletrônicas em Autocad. Editora Érica. São Paulo, 2004.

representação, há casos semelhantes nas disciplinas de tecnologias, tais como Tecnologia das Construções II da UFRR (2017) e Orçamento de Obras da IFRO (2017).

Além das áreas de projeto, representação e tecnologia, destaca-se a importante abordagem sobre “novas tendências contemporâneas paramétricas que associam arquitetura, urbanismo, tecnologia e inovação construtiva” na disciplina de Teoria da Arquitetura e Urbanismo 3 da UNEMAT (2013, p. 41). Tal oportunidade enriquece a discussão sobre a produção de arquitetura contemporânea frente às sedutoras inovações tecnológicas e aos novos objetos de arquitetura complexa (de geometria não-euclidiana). É importante despertar o papel crítico dessa competição entre arquitetos pela forma arquitetônica mais inovadora, chamativa e complexa. Otilia Arantes (2013, p. 48-50) destaca que algumas dessas construções monumentais ou megaempreendimentos-âncora são utilizados como instrumentos de poder no mundo dos negócios e das cidades globais. Ignasi de Solá-Morales (2003) critica essa multiplicação de objetos arquitetônicos heterogêneos, cada um com seus discursos, parciais e fragmentados, cuja presença não está conectada ao lugar resulta em uma topografia da arquitetura contemporânea com paisagens desoladas e naturezas mortas. Isso se assemelha à crítica de Bruno Zevi sobre “urbanidade”:

Nós que vivemos numa época em que todos pensam ter uma mensagem de importância universal para transmitir ao mundo, em inventar algo de novo, em se destacar do contexto social, em se sobressair, em que todos creem ser mais astutos do que todos os outros, estamos rodeados por uma arquitetura que pode ter todas as qualidades, mas não é certamente urbana. [...] e quem tem pressa de ser notado tem, com frequência, muito pouco a dizer. (ZIVI, 2002, p. 170)

Ademais, este trabalho permitiu também destacar possíveis lacunas para sua continuidade em futuras pesquisas, sobretudo com aprofundamento de casos que será possível graças à aprovação deste projeto no comitê de ética em pesquisa. Nos casos mais avançados de implantação do BIM, tais como na UNEMAT, IFMG, UFAL de Maceió, IFPR, UFPEL, UDESC e UFT, seria possível aprofundar em pesquisas com coleta de dados por entrevistas para classificar a introdução do BIM no ensino conforme definido por Pereira e Ribeiro (2015), Pepe et al (2018) e outros autores.

6 Conclusões

São muitos os avanços tecnológicos que envolvem o processo de Projeto de Arquitetura. Acompanhar, compreender e criticar os constantes adventos não são tarefas fáceis. No caso deste artigo, busca-se entender a atual configuração de representação digital no ensino público de Arquitetura e Urbanismo no Brasil em relação ao uso das plataformas CAD e/ou BIM no ano de 2020. Não se trata de classificar o CAD como uma plataforma obsoleta, pois não seria verdade. Mas sim de compreender a atual introdução do BIM nesse ramo do ensino superior. Isso é observado de forma positiva em parte dos cursos que se enquadram de forma híbrida com disciplinas que mencionam plataformas CAD e/ou BIM e seus softwares. Por outro lado, há uma significativa parte dos cursos que não mencionam nem a plataforma BIM nem seus softwares. Considerando os avanços tecnológicos e legais na disseminação do BIM, tais cursos precisam adentrar neste desafio que não se restringe a disciplinas de representação e deveriam estar presentes nas áreas de projeto, discutindo novos processos, e assim como observado em tecnologia e até mesmo em teoria. Apesar dessa lacuna de BIM em alguns cursos, há casos relevantes que despertam o interesse de aprofundamento em novas pesquisas a serem realizadas a partir da aprovação deste projeto no comitê de ética.

Referências

- ALMEIDA, C. A. R. de; BORGES, M. M.; LIMA, F.; SOUZA, F. R. de. Do conceito a prática digital: Uma experiência didática sobre novas linguagens para expressão de tectônicas criativas. In: **XXI Congresso Internacional de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 2017, Concepción**. Blucher Design Proceedings, 2017. p. 28.
- ARANTES, O. Uma estratégia fatal: A cultura nas novas gestões urbanas. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (Org.). **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis: Vozes, 2013, p. 11-74.
- BARISON, Maria Bernardete.; SANTOS, Eduardo Toletto. **Tendências atuais para o ensino de BIM**. In: TIC - V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção: BIM - Modelando a construção do futuro. Salvador, BA, 2011.
- BATISTELLO, P.; BALZAN, K. L.; PIAIA, L. P.; MIOTTO, J. Prototipagem rápida e fabricação digital em ateliê vertical: do processo à materialização. In: **XIX Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital 2015**, Florianópolis. 2015. p. 137.
- BATISTELLO, P.; BALZAN, K. L.; PEREIRA, A. T. C.. **BIM no ensino das competências em arquitetura e urbanismo: transformação curricular**. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, v. 10, p. e019019, abr. 2019.
- BENEDETTO, H.; BERNARDES, M. M. S. ; PIRES, R. W. Ensino de BIM no Brasil - análise do cenário acadêmico. **Informática na educação** (impresso), v. 20, p. 70-84, 2017.
- BRASIL. Decreto de 5 de junho de 2017. Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 06 jun. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Dsn/Dsn14473.htmimpressao.htm. Acesso em: 01 dez. 2020.
- BRASIL. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 18 mai. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm. Acesso em: 01 dez. 2020.
- BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 ago. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#:~:text=DECRETA%20%3A,Par%C3%A1grafo%20%3BAnico. Acesso em: 01 dez. 2020.
- BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 65, p. 5, 3 abr. 2020. Seção 1, pt 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm#:~:text=Estabelece%20a%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20do%20Building,Strat%C3%A9gia%20BIM%20BR%2C%20institu%C3%ADa%20pelo. Acesso em: 01 dez. 2020.
- COELHO, Sérgio Barbosa de Salles; NOVAES, C. C. . Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: **VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**,

2008, São Paulo, SP. Anais do VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2008.

COSTA, G. C. L. R.; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C. Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM. In: **Revista de Ensino de Engenharia**, 2015.

FLORIO, W. Modelagem Paramétrica, Criatividade e Projeto: duas experiências com estudantes de arquitetura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 6, p. 43-66, 2011.

FLORIO, W. **O uso de ferramentas de modelagem vetorial na concepção de uma arquitetura de formas complexas**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo: FAUUSP, 2005.

IFMG. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo**. Santa Luzia: UFMG, 2019.

IFPR. **Projeto Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo**. Umuarama: IFPR, 2017.

IFRO. **Resolução nº 12/REIT - CEPEX/IFRO, de 20 de abril de 2017**. Dispõe sobre a aprovação do Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Vilhena.

Disponível em

https://portal.ifro.edu.br/images/Campi/Vilhena/Documentos/Resolu%C3%A7%C3%A3o_n%C2%BA_12_-_PPC_Arquitetura_e_Urbanismo_Vilhena.pdf. Acesso em 07 dez. 2020.

IFS. **Resolução nº 02/2019/CS/IFS**. Aprova o Projeto Pedagógico do Curso Superior de Arquitetura e Urbanismo do Campus Lagarto do IFS. Disponível em

http://www.ifs.edu.br/images/arquivos/Proen/PPCs_-_Superiores/Lagarto/CS_02_-_Aprova_o_PPC_de__Arquitetura_e_Urbanismo_do_Campus_Lagarto_republicado_.pdf. Acesso em 07 dez. 2020.

LEITE, D. P.; MARTINS, J. T. Processos projetuais emergentes: A utilização de Design Digital e Prototipagem Rápida aplicados em Extensão Universitária. In: **SIGRADI 2015**, FLORIANOPOLIS. Informação do projeto para interação, 2015.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. **CONTRIBUIÇÃO DO BIM PARA A SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA DE EDIFICAÇÕES**. Mix Sustentável, São Paulo, v. 6, n. 2, p.137-147, 2017. Disponível em:

<<http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/files/2017/05/Mix-Sustent%C3%A1vel-6-Artigo-15.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2019

PEPE, M.; RESENDE, R.; PINTO, P. O BIM no ensino da arquitetura em Portugal: o caso do ISCTE-IUL. In António Aguiar Costa, Miguel Azenha (Org.). **2º Congresso Português de Building Information Modelling**. Lisboa. p. 674-656, 2018.

OMENA, T. H.; LARA, A. H.; OLIVEIRA, C. T. De A. Arquitetura algorítmica e as mudanças nos paradigmas de representação e documentação arquitetônica. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 227-246, jan./fev. 2019.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO; R. A. A Inserção de BIM no curso de graduação em Engenharia Civil. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**. (Online). Goiânia, v. 2, n. 2, p. 17-29, ago./dez 2015.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. de. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** Ambiente construído. vol.13, n.2, pp.151-165. 2013. ISSN 1678-8621.

SANTOS, M. C.; LIMA, R. D. A. BIM methodology applied to the preparation of management construction. **ITEGAM-JETIA**. Vol. 05, Nº 18, pp 99-104. Jun, 2019.

SILVA, Kaique Uliano.; RUBIO, Aaron. **Tecnologia BIM no Brasil: Dificuldades e soluções em grandes empreendimentos**. In: 17º Congresso Nacional de Iniciação Científica. São Paulo: SEMESP, 2017. ISSN 2357-8904.

SOLA-MORALES, I. **Diferencias Topografía de la Arquitectura Contemporánea**. **Barcelona**: Ed. Gustavo Gilli, SA., 2003.

TRAMONTANO, M. Quando pesquisa e ensino se conectam: design paramétrico, fabricação digital e projeto de arquitetura. **Arquitextos** (São Paulo), v. 16, p. 01-10, 2016.

UDESC. Disponível em

https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/3109/CURSO_DE_ARQUITETURA_E_URBANISMO_15319453612415_3109.pdf. Acesso em 10 dez. 2020.

UFAL. **Curso de Arquitetura e Urbanismo Bacharelado. Projeto Pedagógico**. Maceió: Alagoas, 2019.

UFMS. **Anexo da Resolução nº 1, Cograd, de 3 de janeiro de 2020**. Disponível em <https://cpnv.ufms.br/files/2020/01/PPC.SISTEMA.01-2020.pdf>. Acesso em 07 dez. 2020a.

UFMS. **Grade Curricular do Curso**. Disponível em

<https://ensino.ufms.br/cursos/grade/2101>. Acesso em 07 dez. 2020b.

UFRR. **Projeto Pedagógico do Curso de Arquitetura e Urbanismo**. Boa Vista, UFRR, 2017.

UFT. **Resolução nº 07, de 14 de março de 2018**. Dispõe sobre a atualização do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Arquitetura e Urbanismo (Câmpus de Palmas), aprovado pela Resolução Consepe nº 10/2013. Palmas, UFT, 2018.

UFV. Disponível em

http://www.catalogo.ufv.br/matriz.php?campus=vicosa&complemento=* &curso=ARU&ano=2018. Acesso em 07 dez. 2020.

UNEMAT. **Resolução Nº 032/2013 – Conepe**. Aprova a reestruturação do Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo do Campus Universitário de Barra do Bugres da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Disponível em http://www.unemat.br/resolucoes/resolucoes/conepe/3402_res_conepe_32_2013.pdf. Acesso em 07 dez. 2020.

USP. Disponível em

<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=IAU0743&codcur=99001&codhab=0>. Acesso em 07 dez. 2020.

VASCONSELOS, T. B. De; SPERLING, D. M. Entre representações, parâmetros e algoritmos: um panorama do ensino de projeto de arquitetura em ambiente digital na América Latina. In: **XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital**, 2016, Buenos Aires. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher. p. 94-804.

ZEVI, B. **Saber Ver a Arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.