



XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Adoção dos Usos do Modelo BIM como estratégia para inserção no ensino de graduação: estudo de caso

Adoption of the BIM Model Uses as a strategy to insert on
the undergraduate courses: case study

Monica Santos Salgado

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ | Rio de Janeiro | Brasil |
monicassalgado@fau.ufrj.br

Resumo

A modelagem da informação da construção – BIM (Building Information Modeling) – tem sido o carro-chefe do processo de modernização da construção civil, e envolve desde o projeto paramétrico até a simulação de desempenho e gestão de operação e manutenção. Entretanto, esse processo demanda alterações na formação profissional. Este artigo apresenta os resultados da pesquisa que tem como objetivo demonstrar o potencial dos Usos do Modelo BIM como estratégia para sua inserção no ensino de graduação em arquitetura e urbanismo. O estudo de caso realizado revelou pontos positivos da proposta, e alternativas para o ensino de disciplinas de forma colaborativa e integrada.

Palavras-chave: BIM. Ensino de Arquitetura. Digitalização da construção.

Abstract

Building Information Modeling – BIM – has been the flagship of the civil construction modernization process, and involves from parametric design to performance simulation, and facilities management. However, this process demands changes in professional training. This paper presents the results of a research that aims to demonstrate the potential of the BIM Model Uses as a strategy for its insertion in architecture and urbanism undergraduate courses. The case study carried out revealed positive aspects of the proposal, and alternatives for teaching disciplines in a collaborative and integrated manner.

Keywords: BIM. Architecture Teaching. Construction digitization.

INTRODUÇÃO

As demandas pela modernização na indústria da construção civil e em especial pela digitalização da construção tem “empurrado” os profissionais de arquitetura para um



Como citar:

SALGADO, M.S. Adoção dos Usos do Modelo BIM como estratégia para inserção no ensino de graduação: estudo de caso. ENTAC2022. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-10.

conjunto de novas possibilidades. As ferramentas digitais aplicadas ao processo de projeto, demandam a revisão das práticas de trabalho, e dos os métodos tradicionais de desenvolvimento de projeto.

A Modelagem da Informação da Construção – Building Information Modeling (BIM) – tem sido o carro-chefe desse processo, que envolve desde o desenho paramétrico até a simulação de desempenho e gestão da operação e manutenção.

As alterações que o processo BIM pode trazer para o desenvolvimento dos projetos em arquitetura, entretanto, nem sempre são consideradas positivas. Scheer [1] acredita que o desenho é parte fundamental do processo de projeto arquitetônico e discute a forma como as tecnologias digitais têm sido inseridas no ensino de graduação.

O divórcio entre projeto e construção, teorizado por Alberti e realizado na prática moderna, está sendo derrubado pela substituição do desenho pela simulação. Enquanto o desenho se baseia em uma clara distinção entre os dois, as simulações se esforçam para eliminar qualquer espaço entre eles. Enquanto os desenhos arquitetônicos existem para representar a construção, as simulações arquitetônicas existem para antecipar o desempenho do edifício. (tradução do autor) [1]

Estes argumentos refletem a complexidade por trás da incorporação das tecnologias digitais às práticas em arquitetura, e ao ensino da profissão. A oferta de tecnologias digitais que fomentam a colaboração entre os profissionais é um dos pontos positivos fortes da digitalização da construção. Dessa forma, é preciso avaliar de que forma a adoção das ferramentas digitais pode auxiliar o aprendizado dos conteúdos dos cursos de arquitetura e urbanismo.

Este artigo apresenta uma proposta de inserção do BIM no ensino de graduação em arquitetura e urbanismo, partindo da análise dos Usos do Modelo BIM listados pelo BIMe [2]. O objetivo desta análise é demonstrar seu potencial como estratégia para sua inserção do BIM no ensino de graduação em arquitetura e urbanismo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

“Maturidade” e “Capacidade” BIM são conceitos discutidos por vários autores [3] [4] [5] [6], que evidenciam a importância de se estabelecer um Plano de Implementação BIM para as empresas. De acordo com BIMe [7] Maturidade BIM é a melhoria gradual e contínua na qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro da capacidade BIM disponível, e é expressa como Níveis de Maturidade. A capacidade BIM representa as habilidades mínimas de uma organização ou equipe para fornecer resultados BIM mensuráveis e abrange tópicos de tecnologias, processos e políticas. A capacidade BIM, é aprimorada a partir do cumprimento de diferentes estágios e etapas de amadurecimento até se chegar à integração da equipe para o desenvolvimento do projeto otimizado e integrado.

Entretanto, conforme destacam Maharika et al. [8], não há evidências da relação entre maturidade BIM na indústria e na educação. Os autores apresentam seis principais critérios de adoção do BIM no ensino que podem facilitar o processo, quais sejam: (a)

visão e prioridades da instituição; (b) existência de infraestrutura adequada; (c) análise do currículo; (d) capacitação dos recursos humanos; (e) organização do conhecimento; e (f) gerenciamento de mudanças.

No Brasil, tem destaque o crescimento das pesquisas de mestrado e doutorado que exploram o tema. O trabalho realizado por Delatorre [9] apresentou a análise da matriz curricular do curso de arquitetura e urbanismo da UNOCHAPECÓ, e ao final apresentou um conjunto de propostas visando à inserção do BIM no currículo daquele curso. Checcucci [10] além do estudo da matriz curricular do curso de engenharia civil, desenvolveu uma ferramenta que pode auxiliar outras instituições no processo de adoção do BIM no ensino. O método proposto pela autora considera 4 dimensões de análise: (i) relação do componente curricular e o paradigma BIM; (ii) conteúdos da modelagem que podem ser trabalhados na disciplina; (iii) etapas do ciclo de vida da construção que podem ser discutidas; e (iv) disciplinas do projeto da edificação que podem ser trabalhadas. O método permite identificar diferentes caminhos para inserção do BIM conforme as características específicas de cada curso.

A pesquisa desenvolvida por Leal [11] procurou explorar as possibilidades didáticas oferecidas pelas tecnologias digitais, apresentando alternativas para inserção do BIM no ensino de graduação em arquitetura e urbanismo considerando as cinco grandes áreas: construção, conforto ambiental, história, representação geométrica e projeto. A autora defendeu a adoção do BIM em todos os campos obrigatórios do currículo de arquitetura e urbanismo, mas reconhece que se trata de um processo evolutivo que demanda a capacitação continuada dos docentes. Também dando ênfase à capacitação docente, Pergher [12] explorou as competências para inserção do BIM no ensino de graduação em arquitetura e engenharia civil, apresentando uma matriz onde relacionou os conhecimentos, habilidades e atitudes relacionados aos processos, tecnologias e políticas que caracterizam a metodologia.

Outras pesquisas igualmente importantes para esta discussão deram ênfase à adoção do BIM em situações específicas, como no ensino de projeto [13] [14] [15], ensino de orçamentação [16] e ensino de informática [17], demonstrando o universo de possibilidades e aspectos a serem considerados ao se pensar a inserção do BIM como conteúdo a ser transmitido aos alunos (fundamentos, ferramentas) ou como estratégia didática (adoção no ensino dos conteúdos dos cursos).

Sacks et al [18] destacam a dificuldade de se mudar toda uma estrutura de curso para incluir o BIM no ensino, dada a complexidade do tema. Além disso, os autores também lembram que os membros do corpo docente precisam aprender BIM antes de incorporá-lo em suas disciplinas e ensiná-lo aos alunos.

Uma alternativa a ser explorada na discussão das estratégias para inserção do BIM no ensino seria através dos **Usos do Modelo BIM**. A Tabela 1 reúne as principais definições sobre esse tema.

Tabela 1 – Algumas definições sobre Usos do Modelo BIM

Ano	Definição
2016 [19]	O Uso do Modelo representa um conjunto de requisitos predefinidos, atividades especializadas e resultados específicos do projeto, agrupados em um único título para que possam ser facilmente especificados, medidos e aprendidos.
2015 [20]	Um Uso de Modelo é definido como um método de aplicação de modelagem durante o ciclo de vida de uma instalação para atingir um objetivo específico. Cada implementação do Uso do Modelo incluirá os seguintes itens: um processo, informações, infraestrutura, nível de maturidade, impactos potenciais e referências para apoiar essa abordagem específica.
2015 [21]	Os Usos de Modelos são as entregas de projeto pretendidas ou esperadas considerando a geração, colaboração e vinculação de modelos 3D a bancos de dados externos. Cada Uso representa um conjunto de requisitos definidos, atividades especializadas e resultados específicos do projeto, agrupados em um único título para que possam ser especificados, medidos e aprendidos com mais facilidade.

Fonte: Elaborada pela autora.

As definições apresentadas indicam que os Usos do Modelo BIM definem as diferentes possibilidades oferecidas pela modelagem da informação da construção. Dessa forma, parte-se da hipótese que a sua adoção como estratégia no ensino pode auxiliar na formação dos profissionais que passariam a entender o processo de projeto de forma integrada.

METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como objetivo demonstrar o potencial dos Usos do Modelo BIM como estratégia para estabelecer um caminho para a sua inserção no ensino de graduação em arquitetura e urbanismo, e foi realizada em duas etapas: (1) a análise das Diretrizes Curriculares definidas pelo MEC para formação do arquiteto-urbanista relacionando com os usos do modelo BIM, e (2) estudo de caso com a análise do novo currículo do curso de graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ. Na realização do estudo de caso, considerou-se o novo projeto pedagógico aprovado e as ementas definidas pelos Departamentos para as disciplinas obrigatórias que serão oferecidas aos alunos. Essas análises permitiram identificar a relação entre os Usos do Modelo BIM e os conteúdos previstos no currículo do curso de graduação em arquitetura e urbanismo.

USOS DO MODELO BIM E AS DIRETRIZES CURRICULARES DEFINIDAS PELO MEC

De acordo com a Resolução MEC 2010 [22] o Núcleo de Conhecimentos Profissionais da formação em arquitetura e urbanismo deve ser constituído por: Teoria e História da Arquitetura, do Urbanismo e do Paisagismo; Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo; Planejamento Urbano e Regional; Tecnologia da Construção; Sistemas Estruturais; Conforto Ambiental; Técnicas Retrospectivas; Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo; e Topografia. O Núcleo de Conhecimentos de Fundamentação foi alterado pela Resolução MEC 2019 [23] e deve ser integrado por: Estética e História das Artes; Estudos Sociais e Econômicos; Estudos Ambientais; Desenho; Desenho Universal e Meios de Representação e Expressão. Para a análise

proposta nesta pesquisa, estes conteúdos foram agrupados em cinco categorias: **Construção e tecnologia**, **Conforto ambiental**, **Teoria e história**, **Geometria**, e **Planejamento e projeto**. A categoria Informática aplicada à arquitetura foi considerada transdisciplinar.

Tabela 2 – Correlação entre usos do Modelo BIM e os conteúdos dos cursos de arquitetura (categorias)

Categorias	Usos do Modelo BIM
Construção e tecnologia (reunindo Tecnologia da Construção; Sistemas Estruturais e Topografia)	Representação como construído, Detalhamento 3D, Planejamento da construção, Planejamento da demolição, Planejamento para evitar desastres, Análise de Processo Lean, Planejamento das elevações, Planejamento das Operações, Seleção e Especificação, Análise de valor, Análise de elementos finitos, Estimativa de custo, Análise da Operação de Construção, Avaliação do Ciclo de Vida, Análise estrutural, Simulação fumaça e fogo, Análise da reflexão/ofuscamento, Detecção de conflito, Verificação de parâmetros, Análise de Construtibilidade, Quantificação de mobiliário, Avaliação de Riscos e Perigos, Impressão 3D, Pré-fabricação de módulos arquitetônicos, Pré-fabricação de componentes, Pré-fabricação de concreto, Logística da construção, Gestão de Resíduos da Construção, Pré-fabricação de Conjuntos Mecânicos, Conformação de chapas metálicas, Análise de layout, Manutenção de ativos, Aquisição de Ativos, Rastreamento de ativos, Inspeção de construção, Transferência e Comissionamento, Gerenciamento da realocação, Gerenciamento do Espaço, Monitoramento da integridade estrutural, Automação Predial, Uso do BIM no canteiro de obras, Monitoramento do desempenho.
Conforto ambiental (reunindo Conforto ambiental e Estudos Ambientais)	Simulação de fogo e fumaça, Análise da reflexividade/ofuscamento, Análise da acessibilidade, Análise acústica, Utilização de energia, Análise da iluminação, Análise Solar, Análise de sustentabilidade, Análise térmica, Estudos de vento.
Teoria e história (referente à Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo; Técnicas retrospectivas, Estética e História das Artes; Estudos Sociais e Econômicos)	Documentação 2D, Representação como construído, Captura de dados por laser scan, fotogrametria, Registro.
Geometria (referente à Desenho; Desenho Universal e Meios de Representação e Expressão)	Detalhamento 3D, Projeto generativo, Levantamento de áreas, Comunicação visual.
Planejamento e projeto (referente às áreas de Projeto de Arquitetura, de Urbanismo e de Paisagismo; Planejamento Urbano e Regional)	Documentação 2D, Detalhamento 3D, Representação como construído, Registro, Projeto generativo, Levantamento de áreas, Comunicação visual, Concepção, Desenvolvimento do projeto, Planejamento urbano, Programação espacial, Planejamento da construção, Planejamento da demolição, Planejamento para evitar desastres, Análise do processo Lean, Planejamento das elevações, Planejamento das Operações, Seleção e Especificação, Análise de valor, Simulação de fogo e fumaça, Análise de refletividade, Análise de acessibilidade, Análise acústica, Utilização de energia, Análise de iluminação, Análise Solar, Análise de sustentabilidade, Análise térmica, Estudos de vento, Detecção de conflito, Verificação de parâmetros, Análise de Construtibilidade, Saída e Entrada, Quantificação de mobiliário, Avaliação de Riscos e Perigos, Simulação de Realidade Aumentada, Análise de segurança, Análise do sítio, Análise espacial, Simulação em realidade virtual, Pré-fabricação de módulos arquitetônicos, Gerenciamento dos Espaços, Automação Predial, Uso do BIM no canteiro de obras, Monitoramento do desempenho.

Fonte: Elaborada pela autora.

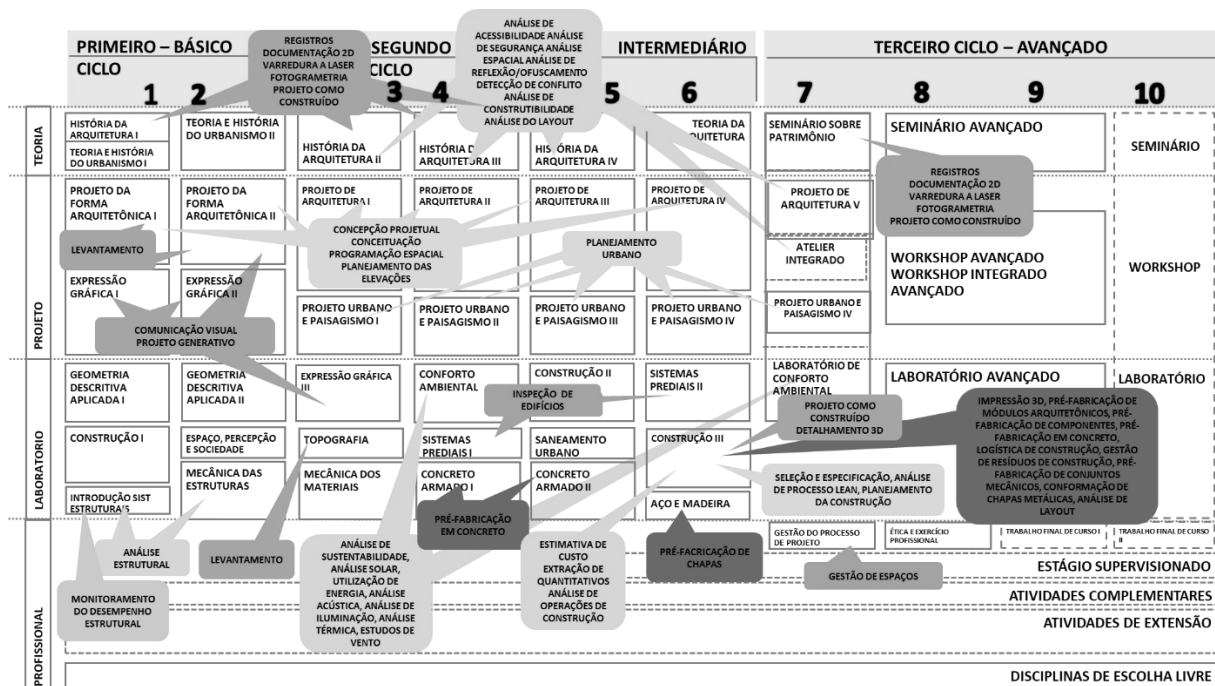
Os usos do BIM [2] são agrupados em: *Captura e representação, Planejamento e projeto, Simulação e Quantificação, Construção e Fabricação, Operação e Manutenção, Monitoramento e controle*. Nesta análise a categoria *Extensão* não foi considerada, uma vez que se refere às possibilidades de vinculação do BIM com outros bancos de dados, (gestão de facilities, IoT).

Conforme apresentado na Tabela 2, alguns Usos do Modelo BIM estão relacionados a mais de uma categoria de conteúdo de ensino de arquitetura. Por exemplo, *“Representação como construído”* (modelo *as-built*) pode ser utilizado no ensino dos conteúdos de *Construção e tecnologia, Teoria e história, e Planejamento e projeto*. Essas sobreposições podem indicar, por exemplo, oportunidades para ministrar conteúdos de forma colaborativa por dois ou mais professores, explorando diferentes escopos e integrando o processo de ensino em arquitetura e urbanismo.

ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de demonstrar o potencial dos Usos do Modelo BIM como alternativa para estabelecer um caminho para a sua inserção no ensino de graduação em arquitetura e urbanismo, a segunda parte da pesquisa foi a análise do novo currículo do curso de graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ, relacionando os conteúdos a serem ensinados e os Usos do Modelo BIM [2] tomando por base as ementas propostas para as disciplinas obrigatórias [24]. Os resultados são apresentados na figura 1.

Figura 1: Relacionando Usos do Modelo BIM com disciplinas do curso de graduação da FAU – estudo de caso



Fonte: Elaborada pela autora.

O currículo do curso de graduação analisado é baseado em três ciclos – básico, intermediário e avançado – e quatro eixos – teoria, projeto, laboratório e profissional

[25]. A análise realizada tomando por base as ementas permitiu várias inferências, dadas as possibilidades de integração entre disciplinas evidenciadas pela identificação de Usos do Modelo BIM que se relacionam com diferentes conteúdos do curso.

Em síntese os resultados da análise permitiram identificar que:

- os usos do Modelo BIM relacionados à **captura de imagem e representação, simulação e quantificação e controle e monitoramento** podem ser explorados desde os primeiros períodos do curso, ganhando em complexidade conforme o estudante adquire conhecimentos sobre os conteúdos em arquitetura e urbanismo;
- os usos do Modelo BIM relacionados à **captura de imagem e representação** oferecem alternativas para o ensino das disciplinas teóricas (história da arquitetura, documentação do patrimônio, entre outras) permitindo ao aluno a compreensão do potencial do BIM para além da modelagem das informações geométricas;
- os usos do Modelo BIM relacionados à **projeto e planejamento, e construção e fabricação** tem potencial para serem fortemente explorados nos períodos intermediários do curso (do terceiro ao sétimo período) em consonância com as disciplinas de projeto de arquitetura e tecnologias construtivas;
- os usos do Modelo BIM relacionados à **operação e manutenção e ao monitoramento e controle** são os que menos oportunidades de inserção apresentam ao se considerar as disciplinas conforme currículo analisado. No entanto, considerando a importância desses temas na formação do arquiteto e urbanista, poderão ser incorporados ao ensino das disciplinas de planejamento, projeto, construção e tecnologia.

Esta síntese é apresentada na figura 2.

Figura 2: Síntese: Usos do Modelo BIM explorados ao longo do currículo do estudo de caso

		PRIMEIRO CICLO – BÁSICO		SEGUNDO CICLO – INTERMEDIÁRIO				TERCEIRO CICLO – AVANÇADO			
		1º período	2º período	3º período	4º período	5º período	6º período	7º período	8º período	9º período	10º período
TEORIA		REGISTROS, DOCUMENTAÇÃO 2D, VARREDURA A LASER, FOTOGRAMETRIA, PROJETO COMO CONSTRUÍDO (Usos do modelo BIM para captura de imagem e representação)									
		PROJETO COMO CONSTRUÍDO, DETALHAMENTO 3D (Usos do modelo BIM para captura de imagem e representação)									
PROJETO		PROJETO GENERATIVO, COMUNICAÇÃO VISUAL, LEVANTAMENTO DE ÁREAS (Usos do modelo BIM para captura de imagem e representação)	ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE, ANÁLISE DE SEGURANÇA, ANÁLISE ESPACIAL, ANÁLISE DE REFLEXÃO/OFUSCAMENTO, DETECÇÃO DE CONFLITOS, ANÁLISE DE CONSTRUTIBILIDADE, ANÁLISE DO LAYOUT (Usos do modelo BIM para simulação e quantificação)				DETECÇÃO DE CONFLITO, VERIFICAÇÃO DE PARÂMETROS, ANÁLISE DE CONSTRUTIBILIDADE, ANÁLISE DA OPERAÇÃO DE CONSTRUÇÃO, ESTIMATIVA DE CUSTO, UTILIZAÇÃO DE ENERGIA, AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (Usos do modelo BIM para simulação e quantificação)				
			PLANEJAMENTO URBANO, CONCEPÇÃO PROJETUAL, CONCEITUALIZAÇÃO, PROGRAMAÇÃO ESPACIAL, PLANEJAMENTO DAS ELEVAÇÕES (Usos do modelo BIM para projeto e planejamento)				PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO				
LABORATORIO		ANÁLISE ESTRUTURAL (Usos do modelo BIM para simulação e quantificação)	ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE, ANÁLISE SOLAR, UTILIZAÇÃO DE ENERGIA, ANÁLISE ACÚSTICA, ANÁLISE DE ILUMINAÇÃO, ANÁLISE TÉRMICA, ESTUDOS DE VENTO (Usos do modelo BIM para simulação e quantificação)								
		MONITORAMENTO DO DESEMPENHO ESTRUTURAL (Usos do modelo BIM para monitoramento e controle)	INSPEÇÃO DE EDIFÍCIOS, GESTÃO DE ESPAÇO (Usos do modelo BIM para operação e manutenção)								
			IMPRESSÃO 3D, PRÉ-FABRICAÇÃO DE MÓDULOS ARQUITETÔNICOS, PRÉ-FABRICAÇÃO DE COMPONENTES, PRÉ-FABRICAÇÃO EM CONCRETO, LOGÍSTICA DE CONSTRUÇÃO, GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO, PRÉ-FABRICAÇÃO DE CONJUNTOS MECÂNICOS, CONFORMAÇÃO DE CHAPAS METÁLICAS, ANÁLISE DE LAYOUT (Usos do modelo BIM para construção e fabricação)								
			SELEÇÃO E ESPECIFICAÇÃO, ANÁLISE DE PROCESSO LEAN, PLANEJAMENTO DE CONSTRUÇÃO (Usos do modelo BIM para projeto e planejamento)								

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados considerando o currículo analisado evidenciam o potencial da associação dos Usos do Modelo BIM às disciplinas desde o primeiro período do curso. Como os três últimos períodos têm uma estrutura livre (os alunos podem escolher as

disciplinas de acordo com seus interesses), os Usos do Modelo BIM que não puderam ser explorados em anos anteriores podem ser incorporados às práticas de laboratório ou no desenvolvimento do trabalho final de graduação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho explorou os Usos do Modelo como alternativa para a inserção do BIM no ensino de graduação em arquitetura e urbanismo, e partiu da análise das Diretrizes Curriculares definidas pelo MEC [23], dos Usos do Modelo BIM definidos pelo BIMe [2] e do currículo de um curso de graduação em arquitetura e urbanismo de uma instituição de ensino brasileira [24].

O resultado das análises realizadas, permitiu:

- **confirmar o potencial de adoção dos Usos do Modelo BIM** como estratégia para inserção nos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo, pois, mesmo possuindo estruturas curriculares e projetos pedagógicos distintos, todos os cursos precisam atender aos conteúdos definidos pelas Diretrizes Curriculares do MEC;
- **identificar usos mais recorrentes dos modelos BIM** (que podem ser explorados por várias disciplinas) indicando oportunidades para os docentes atuarem de forma colaborativa no ensino dos conteúdos específicos, o que também contribui para a disseminação do conceito de projeto integrado;
- **comprovar a possibilidade de inserção evolutiva do BIM** com a exploração dos usos do modelo desde o início do curso, ganhando em complexidade conforme as disciplinas são ministradas.

A visão integrada do processo BIM, que envolve desde a concepção, o projeto paramétrico (com a manipulação de algoritmos), até a compatibilização entre projetos das diferentes disciplinas e desenvolvimento projeto executivo, contribui para a formação de profissionais que saibam trabalhar de forma integrada e colaborativa, com a integração ao processo de projeto desde o início do processo até a execução da obra. Porém é importante lembrar que, para o sucesso da iniciativa, não basta a disposição dos docentes e revisão das estratégias didáticas. A disponibilidade de infraestrutura adequada é um dos entraves ao processo.

Cabe acrescentar que este trabalho é parte do esforço para inserir o BIM no ensino de graduação na referida Faculdade, e integra o trabalho de criação de Célula BIM na Instituição. A etapa seguinte será a divulgação desses resultados entre os docentes para desenvolvimento de material didático capaz de auxiliar na inserção do BIM no ensino.

Finalmente, destaca-se que a análise apresentada é uma das possibilidades de inserção do BIM no ensino de graduação, conforme destacado na fundamentação teórica. Nenhuma solução deve ser considerada como uma “fórmula pronta”. Cada Universidade/curso deve desenvolver seu próprio caminho para inserção do BIM no ensino. A contribuição desta análise está na confirmação do potencial de adoção dos

Usos dos Modelos BIM associados ao processo de ensino dos conteúdos específicos que compõem os cursos de graduação em arquitetura e urbanismo no Brasil.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece à FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – e ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento – pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] SCHEER, D. **The death of drawing: architecture in the age of simulation**. New York: Routledge, 2014.
- [2] BIME Initiative **BIM Model Uses**, Disponível em <<https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/211in-Model-Uses-Table.pdf>> Acessado em Fevereiro 2021.
- [3] SUCCAR, B. **Matriz de Maturidade BIM**. Disponível em: < <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.PT-Matriz-de-Maturidade-BIM.pdf>> Acessado em Fevereiro 2021
- [4] SUCCAR, Bilal. Building Information Modelling Maturity Matrix. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**. IGI, p.65-103, 2010
- [5] SUMPP M M, Alves R.V. Manica C R BIM Maturity Index: Analysis and Comparison of Architecture Office's BIM Performance in Porto Alegre. XXIV International Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics **Proceedings [...]** Medellín | Colombia. 2020 p.508-515
- [6] MAHAMADU, A M MAHDJOUBI, L BOOTH C and MANU P Building information modelling (BIM) capability and delivery success on construction projects. **Construction Innovation** Vol. 19 No. 2, 2019 pp. 170-192 Emerald Publishing Limited 1471-4175 DOI 10.1108/Ci-03-2018-0016
- [7] BIME initiative **BIM Dictionary** 2020 Disponível em < <https://bimdictionary.com/>> Acessado em Fevereiro 2021
- [8] MAHARIKA I F IRSAN A ATHAS S I SUSANTO A ABMA V YURIANDALA Y 2020 Building Information Modeling (BIM) Adoption Model for Architectural Education. **Journal of Design and Built Environment** 20 (3): 22-42
- [9] DELATORRE, V. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFSC, 2014
- [10] CHECCUCCI, E. S **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto**. Tese (Doutorado multi-institucional e multidisciplinar em difusão do conhecimento) Universidade Federal da Bahia, 2014
- [11] LEAL, B.M.F. **Propostas para o ensino dos conteúdos de arquitetura e urbanismo através das ferramentas digitais** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) programa de Pós-graduação em Arquitetura PROARQ FAU UFRJ, 2018
- [12] PERGHER, R. D. **Competências do educador e do educando para o ensino e aprendizagem do BIM na graduação em arquitetura, engenharia e construção no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil UFPR, 2021

- [13] GODOY FILHO, A. A. **Contribuições para o ensino do projeto arquitetônico: por um novo paradigma.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Pós-graduação em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo UEM-UEL [PPU], 2014
- [14] MEDEIROS, S. C. S. **de Integração de Projeto de Arquitetura e Estruturas no ensino através de BIM: uma abordagem dos cursos de arquitetura e urbanismo da UFRN e da UFPB** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade Federal do Rio Grande do Norte 2021
- [15] SCHULZ, V. M. **Contribuições da Tecnologia BIM para os aspectos tectônicos do processo projetual no Ensino-aprendizagem de Projeto Arquitetônico** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura PROPAP UFRGS 2021
- [16] MATTANA, L.. **Contribuição para o ensino de orçamentação com uso de BIM no levantamento de quantitativos** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina 2017
- [17] NATUMI, Y. **O ensino de informática aplicada nos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo no Brasil** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura Universidade de São Paulo 2013
- [18] SACKS, R EASTMAN, C TEICHOLZ, P **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção** 3º Edição, Brasil, Bookman, 2021
- [19] SUCCAR B SALEEB N SHER W Model Uses: Foundations for a Modular Requirements Clarification Language, Australasian Universities Building Education **Proceedings** [...]Australia, 2016, p. 1-12.
- [20] KREIDER R G MESSNER J I A Model Use Ontology. CIB W78 Conference **Proceedings** [...] Eindhoven, Holanda, 2015, p.432 - 439
- [21] BIME initiative **BIM Dictionary** 2020
- [22] MEC – Resolução nº2 Junho 2010 **Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo**, alterando dispositivos da Resolução CNE/CES nº 6/2006
- [23] MEC – Resolução nº1 Março de 2021 (*) **Altera o Art. 9º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2019 e o Art. 6º, § 1º da Resolução CNE/CES 2/2010, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo**
- [24] **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo 2020-2030**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade federal do Rio de Janeiro, versão 10 de agosto de 2021.