

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

FELIPE FREIRE ANTONOFF

Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e
urbanismo no Brasil

São Paulo
2023

FELIPE FREIRE ANTONOFF

Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e
urbanismo no Brasil

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL, SOB
RESPONSABILIDADE DO AUTOR E ANUÊNCIA DO ORIENTADOR.
A versão original, em formato digital, ficará arquivada na Biblioteca da Faculdade.
São Paulo, 24 de maio de 2023.

Dissertação apresentada à Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade de
São Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Área de concentração: Tecnologia e
Arquitetura

Orientador: Prof. Dr. Norberto Corrêa da Silva
Moura

São Paulo
2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Antonoff, Felipe Freire

Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil / Felipe Freire Antonoff; orientador Norberto Corrêa da Silva Moura. - São Paulo, 2023.

161 f.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura.

1. Bim. 2. Interdisciplinaridade. 3. Arquitetura. 4. Currículo de Ensino Superior. I. Moura, Norberto Corrêa da Silva, orient. II. Título.

Nome: ANTONOFF, Felipe Freire

Título: Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Julgamento _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Julgamento _____

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Julgamento _____

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o resultado de dedicação e esforços ocorridos no meio de uma pandemia global, nos quais pude contar com o apoio de muitas pessoas, a quem gostaria sinceramente de agradecer. Sem essa ajuda, esse trabalho teria sido finalizado.

Primeiramente à minha esposa Maria Clara, companheira e amiga sempre presente e disposta ao meu lado, a base que me suporta diariamente muito além da realização deste trabalho. Vencemos juntos mais essa etapa das nossas vidas, das muitas ainda por viver.

Agradeço ao professor Norberto Corrêa da Silva Moura pela serena orientação desde a preparação do projeto de pesquisa até a conclusão deste trabalho. Aos professores Simone Helena Tanoue Vizioli e Eduardo Sampaio Nardelli pelas críticas e sugestões na banca de qualificação que contribuíram de forma decisiva no desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os professores, funcionários e colegas de pós-graduação que tive contato nesses anos, pelas valorosas horas de trabalho, discussão e trocas de experiência, que engrandeceram os conhecimentos adquiridos.

Agradeço muito a todos os docentes que se dispuseram a responder ao questionário online e aos professores Regina Coeli Ruschel, Marcelo Eduardo Giacaglia, Alexandre Panizza, Omar Dalank e Luiz Alberto Fresl Backheuser pela disponibilidade de participarem das entrevistas estruturadas

E finalizo agradecendo a quem sempre me incentivou e proporcionou as bases mais sólidas que eu poderia ter para alçar qualquer voo que desejasse, meus pais, Beatriz e Wladimir. Obrigado!

“Saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

RESUMO

ANTONOFF, Felipe Freire. Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil. 2023. 161 p. Dissertação. (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Ao longo dos últimos quinze anos, o BIM (Building Information Modelling) vem sendo adotado no mercado profissional e implementado no ensino de Arquitetura e Urbanismo. Relatos e experiências nacionais e internacionais vêm demonstrando que não se trata apenas de ensinar uma nova ferramenta digital, mas sim de incorporar e desenvolver uma série conhecimentos, habilidade e atitudes; em conjunto de processos colaborativos e interdisciplinares. Dado esse cenário, a incorporação do ensino de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo no Brasil vem encontrando dificuldades para que a estrutura curricular atual seja capaz de absorver todos os aspectos necessários para um ensino de BIM que seja efetivo e vá além do simples ensino instrumental de modelagem digital. Tratativas para um ensino interdisciplinar nos cursos de Arquitetura e Urbanismo vêm sendo discutidas desde a estruturação dos primeiros cursos independentes das Academias de Belas Artes e Escolas Politécnicas e podem auxiliar na incorporação do ensino de BIM dentro de um cenário de currículos pouco flexíveis a novos conteúdos. Esse trabalho busca estabelecer relações em torno da implantação do ensino de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo do Brasil com ênfase na possibilidade de interdisciplinaridade do curso, buscando a identificação de aspectos do BIM que proporcione a sua inserção em disciplinas existentes em cursos de arquitetura e urbanismo. Como parte da pesquisa, foi realizada revisão bibliográfica sobre os temas abordados, questionário online aberto direcionado a docentes, coordenadores e diretores de cursos de Arquitetura e Urbanismo do Brasil e entrevistas estruturadas com

professores dos principais cursos de graduação em arquitetura e urbanismo do estado de São Paulo.

Palavras-chave: BIM, interdisciplinaridade, arquitetura, currículo de ensino superior

ABSTRACT

ANTONOFF, Felipe Freire. BIM teaching and interdisciplinarity in undergraduate architecture and urbanism in Brazil. 2023. 161 p. Dissertação. (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Over the last fifteen years, BIM (Building Information Modeling) has been adopted in the professional market and implemented in the teaching of Architecture and Urbanism. Reports and experiences, national and international, have shown that it is not just about teaching a new digital tool, but about incorporating and developing a series of knowledge, skills, and attitudes, in a set of collaborative and interdisciplinary processes. Given this scenario, the incorporation of BIM teaching in undergraduate courses in Architecture and Urbanism in Brazil has been encountering difficulties for the current curriculum structure to be able to absorb all the necessary aspects for BIM teaching that is effective and goes beyond the simple instrumental teaching of digital modeling. An interdisciplinary teaching in Architecture and Urbanism courses have been discussed since the structuring of the first independent courses from the Academies of Fine Arts and Polytechnic Schools and can help in the incorporation of BIM teaching within a scenario of inflexible curricula to new contents. This work seeks to establish relations around the implementation of BIM content in undergraduate courses in Architecture and Urbanism in Brazil, with emphasis on the possibility of interdisciplinarity in the course, seeking to identify aspects of BIM that provide its insertion in existing disciplines in courses of architecture and urbanism. As part of the research, a bibliographical review was carried out on the topics addressed, an open online survey directed at teachers, coordinators and directors of Architecture and

Urbanism courses in Brazil and structured interviews with professors of the main undergraduate courses in architecture and urbanism in the state of São Paulo.

Keywords: BIM, interdisciplinarity, architecture, higher education curriculum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da Lei de Moore	17
Figura 2 – Linha do tempo da evolução das diretrizes de ensino para cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil	38
Figura 3 – Modelo de maturidade BIM	54
Figura 4 – Nível de utilização do BIM autoavaliado pelas organizações	54
Figura 5 – Uso frequente de tecnologias digitais.....	55
Figura 6 – Porcentagem de escritórios de arquitetura americanos utilizando BIM para projetos comissionados.....	56
Figura 7 – Barreiras para adoção do BIM pelas organizações.....	58
Figura 8 – 1ª questão: A faculdade / universidade é uma instituição:.....	72
Figura 9 – 2ª questão: Estado onde localiza-se a instituição:.....	73
Figura 10 – 3ª questão: Na graduação de Arquitetura e Urbanismo de sua instituição, o BIM faz parte do conteúdo curricular do curso?	73
Figura 11 – Questão N.4: Por qual motivo não é previsto o ensino de BIM no curso? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)	74
Figura 12 – Questão N.5: Existe previsão para que o ensino de BIM seja adotado na estrutura curricular do curso?	74
Figura 13 – Questão N.6: Você acha importante que o BIM seja incorporado no curso?	75
Figura 14 – Questão N.7: Como você considera que o ensino de BIM deva ser incorporado ao curso? (permitida a escolha de mais de uma alternativa).....	75
Figura 15 – Questão S.4: Há quanto tempo o ensino de BIM foi adotado na IES? .	76
Figura 16 – Questão S.5: Em quais semestres/anos existe disciplina que trate sobre BIM? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)	76

Figura 17 – Questão S.6: Considerando a estrutura curricular do curso, o ensino de BIM está incorporado de qual maneira? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)	76
Figura 18 – Questão S.7: A metodologia de trabalho em BIM traz como uma de suas principais características a colaboração antecipada e facilitada entre múltiplas disciplinas de projeto. Considerando essa ideia, você acredita que o ensino de BIM possa auxiliar na integração de diferentes disciplinas nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo (Projeto de Arquitetura e Conforto Ambiental, por exemplo)?.....	77
Figura 19 – Questão S.8: Quais são as principais competências BIM tratados no curso? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)	78
Figura 20 – Questão S.9: Quais são os principais softwares utilizados no ensino de BIM? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1962).....	33
Tabela 2 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1969). Resolução CFE N° 3, de 23 de junho de 1969	34
Tabela 3 – Sintomas relacionado a interdisciplinaridade, levantados no relatório de Zanettini (1980) sobre avaliação do ensino de Arquitetura e Urbanismo.....	43
Tabela 4 – Conhecimentos, habilidades e atitudes para se trabalhar com o paradigma BIM.....	61
Tabela 5 – Matriz de competências BIM.....	62
Tabela 6 – Classificação ENADE 2019: Cursos de arquitetura e urbanismo do Estado de São Paulo com conceito 4 ou 5	83
Tabela 7 – Guia das Profissões Abril 2017: Cursos do estado de São Paulo avaliados com 4 ou 5 estrelas.....	83
Tabela 8 – RUF 2019: Cursos do estado de São Paulo ranqueados até a 50ª posição	83
Tabela 9 – Cursos citados duas ou mais vezes nas classificações anteriores e dentro de um raio de 100km da cidade de São Paulo.....	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABEA – Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia, Construção

AIA – American Institute of Architecture

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

BIM – Building Information Modeling (Modelo de Informação da Construção)

CAAD – Computer Aided Architectural Design

CAD – Computer Aided Design

CAU BR – Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CEAU – Comissão de Especialistas de Ensino de Arquitetura e Urbanismo

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CG BIM – Comitê Gestor da Estratégia BIM BR

CONABEA – Congresso Nacional da ABEA

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

ENADE – Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

ENSEA – Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo

FAUBC – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Braz Cubas

FAUFBA – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia

FAUPUC – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas

FAUS – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Santos

FAUUMC – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Mogi das Cruzes

FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

FENEA – Federação Nacional dos Estudantes de Arquitetura

FNA/RJ – Faculdade Nacional de Arquitetura

IFC – Industry Foundation Classes

IFF – Instituto Federal Fluminense

IPD – Integrated Project Delivery

ISO – International Organization for Standardization

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MDIC – Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MEC – Ministério da Educação e Cultura

NIBS – National Institute of Building Sciences

PIBc – Plano de Implementação de BIM curricular

PPC – Projeto Pedagógico do Curso

PUC Minas – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

PUCCamp – Pontifícia Universidade Católica de Campinas

REUNI – Programa Federal de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais

RUF – Ranking Universitário da Folha de São Paulo

TIC – Tecnologias de informação e comunicação

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNOCHAPECÓ – Universidade Comunitária da Região de Chapecó

USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

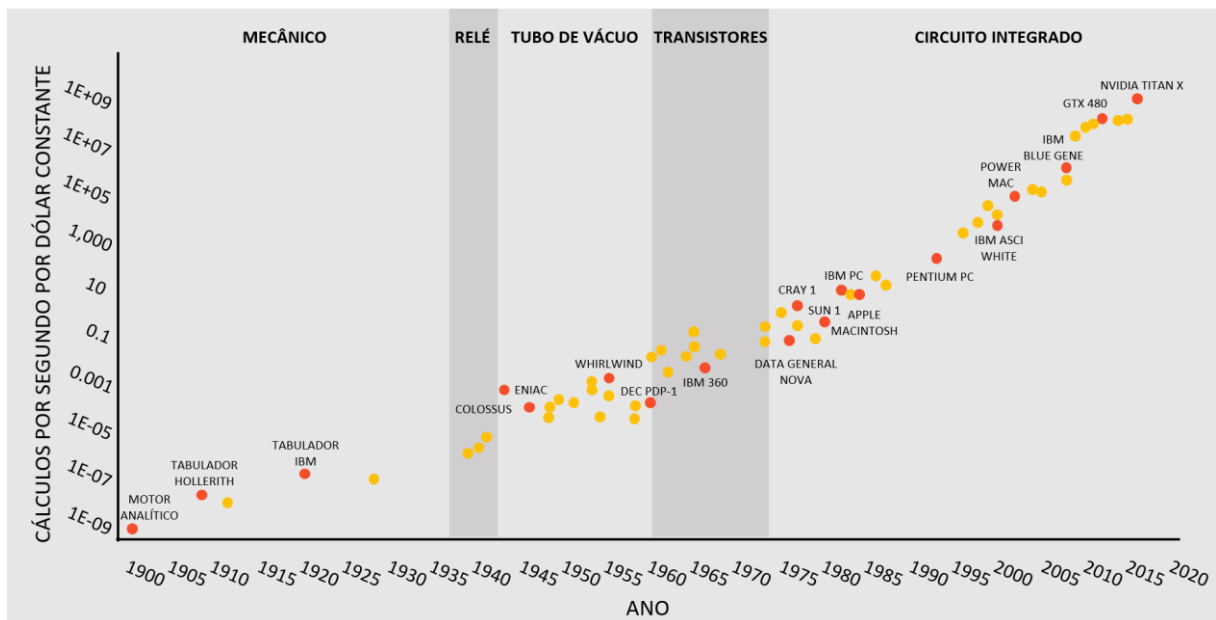
AGRADECIMENTOS	4
RESUMO.....	6
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	13
1. INTRODUÇÃO	17
1.1 QUESTÃO CENTRAL DA PESQUISA E OBJETIVOS	22
1.1.1 OBJETIVO GERAL	22
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
1.2 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	23
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	24
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	24
2. INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO	27
2.1 INTERDISCIPLINARIDADE, MULTIDISCIPLINARIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE	28
2.2 INTERDISCIPLINARIDADE NAS DIRETRIZES CURRÍCULARES DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO	30
2.3 DISCUSSÕES SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO	39
3. BIM NO ENSINO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL	48
3.1 DEFINIÇÃO DO CONCEITO BIM.....	48
3.2 EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA BIM	49
3.3 ESTÁGIOS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM.....	51
3.4 DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO BRASIL	56
3.5 EXPERIÊNCIAS DE ENSINO DE BIM NA ARQUITETURA E URBANISMO.....	58
3.5.1 BIM NO ENSINO SUPERIOR	60

3.5.2 ESTRATÉGIAS E METODOLOGIAS DE ENSINO BIM	64
3.5.3. PRINCIPAIS OBSTÁCULOS	70
4. PESQUISA (SURVEY) SOBRE ENSINO DE BIM NA ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL	72
4.1 QUESTIONÁRIO <i>ONLINE</i>	72
4.1.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	72
4.1.2 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS	78
4.2 ENTREVISTAS REALIZADAS	82
4.2.1 PRINCIPAIS IDEIAS APRESENTADAS PELOS ENTREVISTADOS.....	84
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ONLINE APLICADO AOS DOCENTES.....	104
APÊNDICE B – QUESTÕES DA ENTREVISTA ESTRUTURADA.....	110
APÊNDICE C – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS	111
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA	157

1. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento dos primeiros computadores modernos na metade do século XX, se observa um aumento constante da capacidade de processamento através da quantidade de transistores presentes nos chips. Em 1965, em um artigo para a revista “Electronics Magazine”, o engenheiro americano e cofundador da Intel, Gordon E. Moore disse que o número de transistores dos chips teria um aumento de 100%, pelo mesmo custo, a cada período de 18 meses. Tal afirmação se tornou conhecida como a “Lei de Moore” (ver Figura 1) e a indústria de semicondutores a transformou em um objetivo a ser constantemente alcançado. Em 1975, Moore revisou a sua previsão, alterando o período de 18 meses para 2 anos.

Figura 1 – Gráfico da Lei de Moore



Fonte: KURZWEIL; GOLDBERGER, 2019.

Tal aumento de capacidade de processamento dos chips e a maneira como eles foram se tornando cada vez mais acessíveis à população de forma geral, trouxe profundas transformações em todos os aspectos da vida cotidiana, afetando

maneiras como pensamos e agimos, e demarcando a passagem para a sociedade do conhecimento. Nessa nova sociedade, a matéria prima, como o trabalho e capital, terão papéis secundários, enquanto o conhecimento e seus processos de aquisição assumirão papéis de destaque, exigindo uma nova atitude dos profissionais em geral, requerendo dessa maneira uma nova abordagem nos processos educacionais, principalmente aqueles relacionados com a formação dos profissionais e seus processos de aprendizagem (VALENTE, 1999).

Na arquitetura, essa transformação causada pela maior capacidade dos chips foi refletida, nos últimos 30 anos, em uma forte mudança no processo de projeto, causada pela adoção de ferramentas digitais como substitutas da prancheta, papel e nanquim.

Inicialmente houve uma transição do desenho físico para o digital com a adoção do CADD (Computed Aided Design and Drafting – Projeto e Desenho Auxiliado por Computador), que permitiu uma maior agilidade na elaboração dos projetos, revisões e troca de informações. Outras ferramentas digitais também surgiram e ampliaram o leque de ferramentas disponíveis para o arquiteto, como softwares de simulação (como luminotécnica, térmica e acústica) e modelagem tridimensional. No entanto, apesar das possibilidades abertas pela inserção de ferramentas digitais na prática profissional, pouco foi alterada a abordagem do arquiteto junto ao projeto. Com exceção dos círculos acadêmicos e grandes escritórios de arquitetura (CELANI et al; 2017), a prática arquitetônica teve sua dinâmica projetual mantida, com o computador funcionando como uma prancheta eletrônica, sendo apenas um meio digital para representação de informações gráficas.

Tal dinâmica começou a ser revista com o desenvolvimento do BIM (Building Information Modelling – Modelagem da Informação da Construção), que passou a ser mais conhecido no ambiente AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) do

Brasil nos últimos 10 anos, resultado também da capacidade cada vez maior de processamento dos computadores atuais.

BIM não trata apenas de uma tecnologia ou software, mas de toda uma nova metodologia de gerenciamento dos dados e projeto do empreendimento, em formato digital ao longo de todo seu ciclo de vida, composta por um conjunto integrado de políticas, processos e tecnologias. (SUCCAR, 2009).

Succar (2009) estabelece três estágios dentro da metodologia de projeto em BIM: o primeiro é caracterizado pela modelagem baseada em objeto, tendo como produto um modelo tridimensional e toda sua documentação correspondente.

O segundo estágio estabelece o compartilhamento do modelo através de equipes multidisciplinares, permitindo a realização de análises 4D, simulando o cronograma de obra e custos de obra, além de *clash detections* (verificação de interferências entre diferentes disciplinas) e uma grande variedade de análises que cresce a cada dia, apoiando-se na capacidade cada vez maior dos computadores em realizar cálculos complexos em milésimos de segundos (FLORIO, 2009).

Já o 3º estágio envolve a integração das etapas de concepção, construção e operação, requerendo práticas de colaboração e compartilhamento dos modelos.

A sequência de estágios estabelecida por Succar (2009) demonstra como a adoção do processo de projeto em BIM não se baseia apenas em uma troca de ferramenta ou tecnologia, exigindo uma grande reestruturação do processo de projeto, envolvendo disciplinas e sistemas em conjunto para trabalharem em um único modelo virtual, exigindo também uma nova forma de coordenação de projetos.

Frente ao desafio de mudança de todo o processo de projeto, associações da indústria da construção no Brasil veem desenvolvendo uma literatura de apoio, como a “Coletânea Implementação BIM” da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria

da Construção), os guias BIM da ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) e o “Guia AsBEA – Boas Práticas em BIM” da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura.

Iniciativas governamentais recentes também demonstram a importância que o BIM vem assumindo no desenvolvimento de projetos e obras públicas brasileiras. Em 2014, a Secretária de Estado de Saúde de Santa Catarina foi o primeiro órgão público a desenvolver um termo de referência para a contratação e desenvolvimento de projetos em BIM. Na escala federal, destaca-se a publicação do Decreto 9.983, de 22 de Agosto de 2019, que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e estabelece o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (CG BIM), o Decreto 10.306 de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização do BIM na direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal e a nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133/2021). Enquanto uma das metas estabelecidas pelo CG BIM é exigir projetos de arquitetura e engenharia em BIM para projetos de grande relevância a partir de 2021 (BRASIL, 2020), a nova Lei de Licitações busca dar preferência à adoção do uso do BIM em objetos de licitação que visem obras e serviços de engenharia e arquitetura (BRASIL, 2021).

Já as empresas do setor AEC veem, conforme observado por pesquisadores como Barison (2015), Carvalho e Savignon (2012) e Delatorre e Santos (2014), demandando por profissionais que sejam egressos da universidade já capazes de atuar dentro de um cenário BIM, tendo em vista que a metodologia está sendo gradualmente adotada no mercado, pressionando as universidades a adaptarem seus cursos, com a incorporação de processos e ferramentas BIM na graduação.

No entanto, Carvalho e Savignon (2012) destacam a grande velocidade com que estas mudanças estão acontecendo, tornando-as difíceis de serem acompanhadas pelas escolas de arquitetura, seja pela limitação nas mudanças

curriculares quanto pela própria formação dos professores. Outras dificuldades são apontadas por Checucci (2014) como a ausência ou defasagem de salas de aula e laboratórios de informática aptos ao uso de softwares BIM, ausência de espaço na matriz curricular para inserção de novas disciplinas e a falta de definição dos métodos de ensino a serem aplicados.

Entre as competências BIM que devem ser ensinadas na graduação, Barison (2015) destaca principalmente competências comportamentais, como habilidades de comunicação e liderança. Dentro das competências técnicas, são indicadas o conhecimento de conceitos BIM, fluxos de trabalho, detecção de interferências e uso de software BIM.

Como já citado anteriormente, a incorporação de todo esse novo conteúdo enfrenta o problema da dificuldade de adaptação das grades curriculares, que dispõe de pouco espaço e flexibilidade para acréscimo de novos conteúdos. Um caminho, indicado por Barison e Santos (2010) que enfrenta essa questão, seria a introdução do conteúdo BIM necessário através de todo o programa e não apenas de disciplinas específicas. Abdirad e Dossick (2016) também indicam a integração do ensino de BIM em disciplinas ao longo do curso, já que não se trata de apenas uma tecnologia isolada, mas sim de um processo de projeto com diversos níveis de desenvolvimento, que devem ser acrescentados conforme o aluno vai evoluindo com seu conhecimento no curso.

A integração de conteúdo BIM junto de disciplinas já estabelecidas na matriz curricular atual dos cursos de arquitetura adentra no antigo campo de discussão que versa sobre a tão almejada e pouco alcançada interdisciplinaridade na graduação de arquitetura. Considerando que um dos principais aspectos do BIM a ser ensinado é a colaboração (BARISON e SANTOS, 2010), enxergam-se muitas oportunidades que o BIM pode trazer para a graduação, facilitando a integração de diferentes disciplinas através de uma mesma plataforma. Até mesmo atividades

em diferentes cursos, como Arquitetura e Engenharia Civil, poderiam ser aproximadas, por exemplo, com um grupo de alunos da engenharia civil modelando a estrutura de um projeto desenvolvido por um grupo de alunos da arquitetura.

Possibilidades de integração como essas mostram-se disponíveis para estudo e abordagem, sendo necessário uma gama de estudos e procedimentos para serem viabilizadas, podendo resultar na formação de um profissional mais preparado para assumir os desafios impostos a todo setor AEC com essa nova metodologia.

1.1 QUESTÃO CENTRAL DA PESQUISA E OBJETIVOS

A pesquisa será centrada em torno da implantação do ensino de BIM nos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo do Brasil, dentro de um cenário de dificuldade de alteração da matriz curricular com acréscimo de novas disciplinas. Assim, a pesquisa será desenvolvida com ênfase na possibilidade de interdisciplinaridade do curso, buscando a identificação de aspectos do BIM que proporcione a sua inserção em disciplinas existentes em cursos de arquitetura e urbanismo, permitindo a integração e desenvolvimento de diferentes disciplinas, com impacto na formação do arquiteto segundo os novos requisitos da profissão.

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a situação atual do ensino de BIM para verificar oportunidades para incentivo de ensino interdisciplinaridade nos cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo no Brasil.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos estão discriminados em três fases:

1. Analisar como a questão do ensino interdisciplinar vem sendo tratada historicamente dentro da formação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil;

2. Identificar processos e experiências de implementação de BIM em cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, descrevendo experiências de ensino de BIM que busquem ir além do ensino tradicional de *softwares* de modelagem BIM;

3. Identificar as principais dificuldades de adoção de BIM nos cursos de arquitetura no Estado de São Paulo, através de entrevistas estruturadas com professores dos cursos selecionados, relatando os processos desenvolvidos nos cursos para ensino de BIM, resultados atingidos e a possibilidade de uso do BIM dentro do contexto interdisciplinar.

1.2 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia de pesquisa utilizada nesse trabalho foi a pesquisa qualitativa, possuindo suas características como “ênfase na configuração natural”, “foco em como os entrevistados entendem suas próprias circunstâncias” e “uso de diversas técnicas” (GROAT; WANG, 2013).

Conforme Denzin e Lincoln¹ (1998 apud GROAT; WANG, 2013, p. 218):

A pesquisa qualitativa tem foco multimétodo, envolvendo uma abordagem interpretativa e naturalista de seu objeto de estudo. Isso significa que os pesquisadores qualitativos estudam as coisas em seus ambientes naturais, tentando dar sentido ou interpretar os fenômenos em termos dos significados que as pessoas atribuem a eles. A pesquisa qualitativa envolve o uso estudado e a coleta de uma variedade de materiais empíricos (tradução nossa).

As técnicas utilizadas para o desenvolvimento dessa pesquisa foram:

- Revisão de bibliografia, com ênfase nas experiências de implementação do ensino de BIM nos cursos de graduação de

¹ DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. **Strategies of qualitative inquiry**. Sage, Thousand Oaks, 1998.

arquitetura e urbanismo no Brasil, além de literatura base de BIM, como manuais, normas e legislação. Também se incluiu bibliografia abordando aspectos pedagógicos do ensino interdisciplinar na graduação em Arquitetura e Urbanismo.

- Questionário online, direcionado a docentes, coordenadores e diretores de cursos de arquitetura do Brasil, buscando identificar uma amostragem do estágio atual da adoção do ensino de BIM nos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo, o conteúdo ministrado e a forma de integração do conteúdo no currículo.
- Entrevistas estruturadas junto a professores e pesquisadores dos principais cursos de graduação em arquitetura e urbanismo do estado de São Paulo, com o objetivo de aprofundar algumas questões levantadas na pesquisa online, assim como informações adicionais e experiências.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O recorte da pesquisa abrange cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo no Brasil, tanto com relação à interdisciplinaridade quanto com relação ao ensino de BIM.

Para a aplicação das entrevistas estruturadas junto aos docentes, foi utilizado um limitador geográfico a partir da localização do autor deste estudo, descrito com mais detalhes no capítulo 4.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo (Introdução), trata de uma breve contextualização do cenário geral envolvendo a

prática profissional da arquitetura e urbanismo sob a ótica das ferramentas digitais e surgimento do BIM, além de trazer aspectos básicos da pesquisa, como questão central e objetivos gerais e específicos; metodologia; delimitação e a estrutura organizacional do trabalho.

O segundo capítulo (interdisciplinaridade no ensino de Arquitetura e Urbanismo) aborda aspectos do ensino interdisciplinar no ensino de Arquitetura e Urbanismo no Brasil e inicia buscando estabelecer uma definição clara sobre o que é entendido como interdisciplinaridade, diferenciando-a frente outras formas de ensino multidisciplinar, como a transdisciplinaridade, pluridisciplinaridade e multidisciplinaridade. Em seguida, uma análise histórica sobre a estruturação dos cursos de Arquitetura e Urbanismo em torno das diretrizes curriculares vigentes em cada época e como o tema do ensino interdisciplinar era abordado em cada uma de suas versões. Por fim, o capítulo traz discussões sobre possibilidades e dificuldades do ensino interdisciplinar na graduação de Arquitetura e Urbanismo, registradas em publicações de livros sobre ensino de arquitetura e seminários de ensino.

O capítulo "BIM no ensino de graduação em Arquitetura e Urbanismo no Brasil" (terceiro capítulo) inicia com uma breve definição do conceito de BIM, conforme os principais autores sobre o tema. Parte-se para uma descrição da evolução do conceito, relatando os principais marcos sobre o tema até o final do seu período de disseminação e com sua consolidação nos meios acadêmicos e profissionais. A partir deste ponto, segue-se em análise sobre os estágios da implementação do BIM no Brasil, com descrição das principais normas, legislação atual sobre o assunto e relatos das últimas pesquisas publicadas que trazem dados sobre adoção do uso do BIM no setor de AEC no Brasil. Em seguida, descreve-se as principais experiências de ensino BIM no Brasil, já com a ótica da

interdisciplinaridade, e trata-se dos principais obstáculos relatados que dificultam uma maior inserção de conteúdos BIM na graduação em Arquitetura e Urbanismo.

O quarto capítulo (Pesquisa sobre ensino de BIM na Arquitetura e Urbanismo no Brasil) apresenta os resultados das pesquisas realizadas junto a docentes de Arquitetura e Urbanismo sobre características do ensino de BIM no Brasil que possam apresentar possibilidades de incentivo à interdisciplinaridade nos cursos. A primeira pesquisa foi um questionário *online*, disponibilizado através da ferramenta Google Formulários para docentes de Arquitetura e Urbanismo de todo o Brasil. A segunda pesquisa foi composta de entrevistas estruturadas realizadas com docentes de disciplinas da linha informática aplicada à Arquitetura de cursos selecionados através de critérios explicitados no próprio capítulo.

No capítulo final deste trabalho (quinto capítulo) são verificados os objetivos e apresentadas as considerações finais da pesquisa, demonstrado possíveis desdobramentos e temas para futuras pesquisas.

Nos elementos pós-textuais deste trabalho constam três apêndices com as perguntas do questionário online disponibilizado, as questões das entrevistas estruturadas e suas transcrições completas, e um anexo com o parecer consubstanciado do CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) aprovado para esta pesquisa.

2. INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Desde o surgimento dos primeiros cursos de arquitetura e urbanismo, na primeira metade do século XX, muito se discute sobre o formato do ensino de arquitetura e urbanismo, com “questionamentos importantes para o entendimento do campo disciplinar, da atuação profissional e da conceituação do projeto” (PEREIRA FILHO; BARRETO, 2018).

Ao arquiteto e urbanista cabe a responsabilidade pela criação dos espaços edificados, estando o conceito de interdisciplinaridade atrelado intrinsecamente a sua função, dado que, desde a antiguidade, era responsável pela concepção e execução dos projetos sob sua responsabilidade (STRICKLAND, 2004).

Dessa maneira, a formação do arquiteto e urbanista, precisa possuir a capacidade de integrar conhecimentos de diversas áreas, sintetizando-os em soluções abrangentes reproduzidas através do projeto (TEIXEIRA, 2005).

No entanto, a partir do período Renascentista, iniciou-se uma separação entre o projetar e executar (BENEVOLO, 1998), transformando a atuação profissional do arquiteto e iniciando um processo de fragmentação disciplinar no seu campo de atuação. Tal processo acaba sendo reforçado tanto pela filosofia positivista do início do século XIX (GADOTTI, 1999), que separa as ciências em diversos ramos, quanto pelo rápido desenvolvimento científico empreendido ao longo de todo o século XX, caracterizado por um conhecimento científico cada vez mais fragmentado e especializado (POMBO, 1993).

A partir da segunda metade do século XIX surgem as primeiras discussões sobre interdisciplinaridade (GADOTTI, 1999), como reação a uma demanda, observada principalmente nos campos das ciências humanas e da educação

(THIESEN, 2008), de contrapor-se à fragmentação do conhecimento, buscando reestabelecer ao menos um diálogo entre as ciências.

2.1 INTERDISCIPLINARIDADE, MULTIDISCIPLINARIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE

Como primeiro objetivo deste capítulo, se pretende estabelecer um conceito claro sobre o termo “interdisciplinaridade” que será utilizado ao longo de todo este trabalho, já que muitas vezes se utiliza termos semelhantes para a mesma ideia e ideias diferentes para o mesmo termo. Vocábulo como transdisciplinaridade, multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade são conceitos que, assim como interdisciplinaridade:

...devem ser entendidos como momentos de um mesmo contínuo: o processo progressivo de integração disciplinar (ou ensino integrado), isto é, de qualquer forma de ensino que estabeleça uma qualquer articulação entre duas ou mais disciplinas. (POMBO; GUIMARÃES; LEVY, 1993, p.11)

Dentre eles, a transdisciplinaridade seria a forma mais extrema de integração disciplinar entre duas ou mais áreas de conhecimento, não havendo interação ou reciprocidade, mas sendo um estágio sem qualquer fronteira entre elas (PIAGET², 1972, apud GADOTTI, 1999), buscando explicitar seus fundamentos comuns e compartilhar a construção de linguagens, estruturas e mecanismos comuns (POMBO; GUIMARÃES; LEVY, 1993).

Já multidisciplinaridade e pluridisciplinaridade possuem definições bastante próximas e podem ser utilizados sempre que há uma associação mínima entre duas

² PIAGET, J. The epistemology of interdisciplinary relations. In APOSTEL, L.; BERGER, G.; BRIGGS, A.; MICHAUD, G. (Eds.). **Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities**. Paris, Organization for Economic Cooperation and Development, 1972.

ou mais disciplinas (POMBO, 1993). Berger³ (1972 apud POMBO; GUIMARÃES; LEVY, 1993) busca diferenciar levemente os dois termos, afirmando que na multidisciplinaridade não existe relação entre as disciplinas associadas e na pluridisciplinaridade existe uma justaposição de disciplinas com algum nível de proximidade dos seus campos de conhecimento.

Stember (1991) ainda apresenta o conceito de “crossdisciplinaridade”, onde a equipe ou indivíduo participante de uma disciplina observa e atua utilizando conceitos e perspectivas de outra disciplina.

Por fim, Pombo, Guimarães e Levy (1993, p.13) propõe a seguinte definição para interdisciplinaridade, a qual utilizaremos ao longo deste trabalho:

...qualquer forma de combinação entre duas ou mais disciplinas com vista à compreensão de um objeto a partir da confluência de pontos de vista diferentes e tendo como objetivo final a elaboração de uma síntese relativamente ao objeto comum. A interdisciplinaridade implica, portanto, alguma reorganização do processo ensino/aprendizagem e supõe um trabalho continuado de cooperação dos professores envolvidos. (grifos originais)

A definição evidencia a necessidade de uso da interdisciplinaridade na arquitetura e urbanismo, tanto academicamente quanto profissionalmente, tendo em vista que a integração de conhecimento para produção de objeto único é enfatizada e requerida pelo arquiteto, expressada pela sua capacidade de síntese (TEIXEIRA, 2005).

Thiesen (2008) afirma que a literatura sobre o termo mostra ao menos uma posição consensual sobre o sentido e finalidade da interdisciplinaridade:

Ela busca responder à necessidade de superação da visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento. Trata-se de um movimento que caminha para novas formas de organização do conhecimento ou para um novo sistema de sua produção, difusão e transferência. (THIESEN, 2008, p. 545)

³ BERGER, G. Opinions and facts . In: APOSTEL, L.; BERGER, G.; BRIGGS, A.; MICHAUD, G. (Eds.). **Interdisciplinarity: Problems of teaching and research in universities**. Paris, Organization for Economic Cooperation and Development, 1972.

Deve-se atentar para que o uso frequente do termo interdisciplinaridade não surja como uma solução para todos os problemas de ensino na arquitetura e urbanismo, sob risco de tornar-se vazio. Para sua aplicação é necessário refletir sobre dificuldades que com certeza surgirão na prática interdisciplinar (POMBO, 1993).

2.2 INTERDISCIPLINARIDADE NAS DIRETRIZES CURRÍCULARES DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Dado o conceito geral apresentado nos cursos de Arquitetura e Urbanismo de que faz parte da ação do arquiteto a capacidade de integrar conhecimentos de diversas áreas, devendo analisar múltiplas informações e sintetizar soluções através do projeto (TEIXEIRA, 2005), investiga-se nesta etapa do trabalho, através da análise da evolução das diretrizes curriculares nacionais, como os currículos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo buscam resolver essa questão e se a interdisciplinaridade é apresentada como possível caminho a ser trilhado.

Até a década de 1930, todo cidadão brasileiro era livre para exercer qualquer profissão moral, intelectual e industrial (BRASIL, 1891), sendo assim até 1933, quando, após discussões entre arquitetos e urbanistas sobre uma estrutura própria para acompanhamento e fiscalização do exercício profissional, o Sindicato Nacional de Engenharia apresenta ao Ministério do Trabalho um anteprojeto de lei (CONFEA, 2010), promulgada por Getúlio Vargas através do Decreto nº 23.569, que regulamenta o exercício da engenharia, arquitetura e agrimensura (BRASIL, 1933).

A regulamentação aprovada não agradou aos arquitetos e urbanistas, que acabaram com suas principais competências compartilhadas aos engenheiros civis, aos quais couberam especialidades técnicas exclusivas, e funções mais

artísticas, prevalecendo o conceito de formação da antiga Academia de Belas-Artes (ARTIGAS, 1977).

Esse descontentamento juntou-se à reprovação que os alunos e profissionais tinham com relação ao ensino de arquitetura encontrado nas Escolas de Belas Artes e de Engenharia, ambas com pouca ou nenhuma unidade. O ensino nas Escolas de Belas Artes seguia ainda a organização curricular dada à Escola Imperial de Belas Artes em 1854 pelo seu então diretor Manuel de Araújo Porto Alegre, sendo um currículo descentralizado, com muitas cadeiras e disciplinas (MOTTA, 1974). Já os estudantes das Escolas de Engenharia interessados em arquitetura, eram obrigados a frequentar o curso de “engenheiro-arquiteto”, visto à época como uma segunda classe de engenheiros, com uma mistura de disciplinas da engenharia e arquitetura (FISCHER, 2005)

O fortalecimento dessas discussões e demandas para a fundação de novas Faculdades de Arquitetura e Urbanismos autônomas culminaram com a criação da Faculdade Nacional de Arquitetura (FNA/RJ), quando se separou o curso de arquitetura da Escola de Belas Artes em 1945 (CONFEEA, 2010).

A criação da FNA/RJ demarcou o início da fundação dos cursos autônomos de Arquitetura e Urbanismo por todo o país. No entanto, não havia qualquer oficialização de diretrizes curriculares ou um currículo mínimo a ser adotado, de maneira que durante o período de 1945 e 1962, os cursos que surgiram acabaram adotando como modelo o currículo da FNA/RJ (UIA UNESCO, 1974; CONFEEA, 2010).

Durante toda década de 1950 ocorrem debates entre arquitetos e urbanistas sobre o ensino nos cursos que surgiam, refletindo sobre a necessidade de estabelecer-se um currículo mínimo a ser seguido na graduação de arquitetura. É importante notar que já nessa época havia demanda sobre a falta de integração de conteúdo nos cursos de arquitetura. Oliveira e Perpétuo (2005) levantaram um

relatório de 1955, onde o então diretor da Escola de Arquitetura de Minas Gerais, Aníbal Mattos, apresenta o problema:

Não achamos que seja suficiente a apresentação apenas, por parte dos senhores professores, dos programas de suas cadeiras. Torna-se necessário saber-se quais as que, por sua natureza, deverão ser conjugados com os de outras cátedras. Naturalmente deverão ser estabelecidos grupos diferentes de cadeiras que tenham correlação com as outras para que os seus professores, em reunião conjunta, resolvam esses assuntos. (MATTOS⁴, 1955, p.11 apud OLIVEIRA; PERPÉTUO, 2005)

Esses debates resultam em uma campanha que percorre todo esse período, resultando em um currículo mínimo nacional, apresentado no III Encontro de Diretores, Professores e Estudantes de Arquitetura em São Paulo no ano de 1962 e aprovado por Portaria Ministerial em dezembro do mesmo ano (UIA; UNESCO, 1974).

O currículo mínimo de 1962 procurava não repetir o modelo que estava tentando suplantar e direcionou suas considerações para a formação de um arquiteto e urbanista com características generalistas. Assim, propôs-se que a formação especializada dos arquitetos fosse realizada através de atividades complementares, impedindo que a fragmentação da formação do profissional ocorresse durante a sua graduação. Esse conceito de currículo mínimo busca se manter aberto à diferentes aplicações, enquanto conserva a unidade da profissão em todo território nacional e permite sua adaptação às especificidades regionais (CONFEA, 2010). Pode-se interpretar essa iniciativa de buscar um ensino mais generalista, em contraposição ao ensino especializado observado nas engenharias, como uma primeira aproximação a um ensino interdisciplinar no Brasil.

O currículo mínimo de 1962 (Tabela 1), apesar de ter sido rapidamente adotado por alguns dos principais cursos de arquitetura das universidades da época (UFMG, UFRGS e USP), teve curta duração, em parte devido ao golpe militar

⁴ MATTOS, A. **Atividades da Escola de Arquitetura**: relatório apresentado pelo diretor, ano de 1954. Belo Horizonte: Serviço Gráfico da Escola de Arquitetura, 1955.

de 1964 e sua subsequente reforma universitária (CONFEA, 2010), e parte pela regulamentação da profissão, através da Lei Federal 5.694 de 1966, ao redefinir as atribuições do arquiteto e urbanista, em conjunto com outras profissões que viriam a compor o CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (SANTOS JUNIOR, 2013).

Tabela 1 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1962)

Matérias	1. Cálculo
	2. Física Aplicada
	3. Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções
	4. Desenho e Plástica
	5. Geometria Descritiva
	6. Materiais de Construção
	7. Técnica de Construção
	8. História da Arquitetura e da Arte
	9. Teoria da Arquitetura
	10. Estudos Sociais e Econômicos
	11. Sistemas Estruturais
	12. Legislação, Prática Profissional e Deontologia
	13. Evolução Urbana
	14. Composição Arquitetônica, de Interiores e de Exteriores
	15. Planejamento

Fonte: ABEA, 1977

Assim, em junho de 1969, foi publicada a Resolução nº 3 do Conselho Federal de Educação, com a promulgação de um novo currículo mínimo (Tabela 2). Instituído dentro da Reforma Universitária implementada pelo governo vigente, o currículo mínimo de 1969 reorganizou as disciplinas em dois grupos, básicas e profissionais, visando a adequação do ensino de Arquitetura e Urbanismo à nova forma de organização das universidades, possibilitando o oferecimento das disciplinas básicas através de ciclos comuns entre vários cursos (SANTOS JUNIOR, 2013).

Ao contrário do currículo de 1962, o currículo mínimo de 1969 não buscou contemplar discussões e movimentos de mudanças de procedimentos didático

pedagógicas da época. Suas alterações visam estabelecer um procedimento padrão para facilitar o cumprimento de requisitos formais para autorização e reconhecimento de novos cursos (ABEA, 1977).

Ao longo de toda sua extensa vigência (um novo currículo viria ser aprovado apenas em 1994), observou-se a redução da dimensão curricular em composição de grades curriculares tradicionais, encaixando os conteúdos previstos em uma justaposição de disciplinas até o atendimento da carga horária prevista (CONFEA, 2010). Tais mudanças acabam acentuando aspectos de fragmentação do ensino, introduzindo a departamentalização e matrículas por disciplinas, dificultando a possibilidade de interdisciplinaridade nos cursos.

Tabela 2 – Conteúdos mínimos a serem observados na organização dos cursos de arquitetura (1969). Resolução CFE Nº 3, de 23 de junho de 1969

Matérias Básicas	1. Estética, História das Artes e Arquitetura
	2. Matemática
	3. Física
	4. Estudos Sociais
	5. Desenhos e Outros Meios de Expressão
	6. Plástica
Matérias Profissionais	1. Teoria da Arquitetura, Arquitetura Brasileira
	2. Resistência dos Materiais e Estabilidade das
	3. Matérias de Construção, Detalhes e Técnicas da
	4. Sistemas Estruturais
	5. Instalações e Equipamentos
	6. Higiene da Habitação
	7. Planejamento Arquitetônico

Fonte: ABEA, 1977.

Sobre esse período, Zanettini (1980) aponta um outro aspecto da dificuldade à evolução do ensino da arquitetura, como a prática do ensino conduzida através da experiência profissional do professor, de forma pouco acadêmica e quase intuitiva, com pouco planejamento, avaliação, sem documentar suas experiências e sem rigor científico. A ausência de maior preparo pedagógico dos docentes de arquitetura e urbanismo na época, pode ter contribuído para uma menor

interdisciplinaridade no curso, haja visto a necessidade de uma maior organização e diálogo entre diferentes programas.

Seguindo o processo de redemocratização do Brasil, a elaboração da Constituição de 1988 e uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em 1993, são aprovadas as Diretrizes Curriculares e conteúdos mínimos para os cursos de Arquitetura e Urbanismo, através da Portaria MEC 1.770/94, de 21 de dezembro de 1994.

As Diretrizes de 1994 foram estabelecidas a partir de uma ampla jornada de discussões regionais e nacional (Seminários sobre Acompanhamento Institucional do Ensino de Arquitetura e Urbanismo), que foram precedidos e subsidiados por um processo avaliativo dos cursos organizado pelo CEAU MEC – Comissão de Especialistas de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (CONFEA, 2010).

As diretrizes mantem, de certa forma, a separação das disciplinas em dois grupos, Matérias de Fundamentação e Matérias Profissionais, mas acrescenta uma nova parte no curso, que é o Trabalho Final de Graduação:

“Constitui-se em trabalho individual, de livre escolha do aluno, relacionado com as atribuições profissionais, a ser realizado ao final do curso e após integralização das matérias do currículo mínimo.”
(BRASIL, 1994a, p.3)

As Diretrizes de 1994 também inserem pela primeira vez aspectos que vão além de um currículo mínimo, como a exigência de acervo bibliográfico com ao menos 3000 volumes, visitas a obras fundamentais e cidades, além de laboratórios, maquetarias e salas de projeto. No entanto, aspectos de interdisciplinaridade ainda não são abordados no documento, apesar da inserção do Trabalho Final de Graduação, que, dentro dos elementos inseridos na legislação, possui grande potencial para exercer essa função.

A partir de então, a revisão das diretrizes curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo passaram a ser mais frequentes, apesar de nem sempre pelos motivos esperados. Em 1996 é aprovado pelo Congresso Nacional, uma nova

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (BRASIL, 1996), que extinguiu definitivamente os currículos mínimos e instituiu a elaboração das diretrizes curriculares para todos os cursos. O CONFEA, ABEA e Federação Nacional dos Estudantes de Arquitetura (FENEA) realizaram encontros ao longo de 1998 para elaborar uma proposta colaborativa de Resolução das Diretrizes Curriculares para os cursos de Arquitetura e Urbanismo, que foi protocolada no MEC no mesmo ano (CONFEA, 2010). A proposta tramitou por oito anos até ser aprovada em fevereiro de 2006 (BRASIL, 2006).

Em comparação com as diretrizes de 1994, as diretrizes de 2006 representaram uma consolidação do modelo anteriormente aprovado, intensificando a busca da área da educação por melhores condições de ensino, apesar de retirarem algumas exigências quantitativas do curso, como a quantidade mínima de títulos na biblioteca e número de laboratórios (CONFEA, 2010). Por outro lado, avança ao estabelecer o perfil que o egresso do curso deverá possuir:

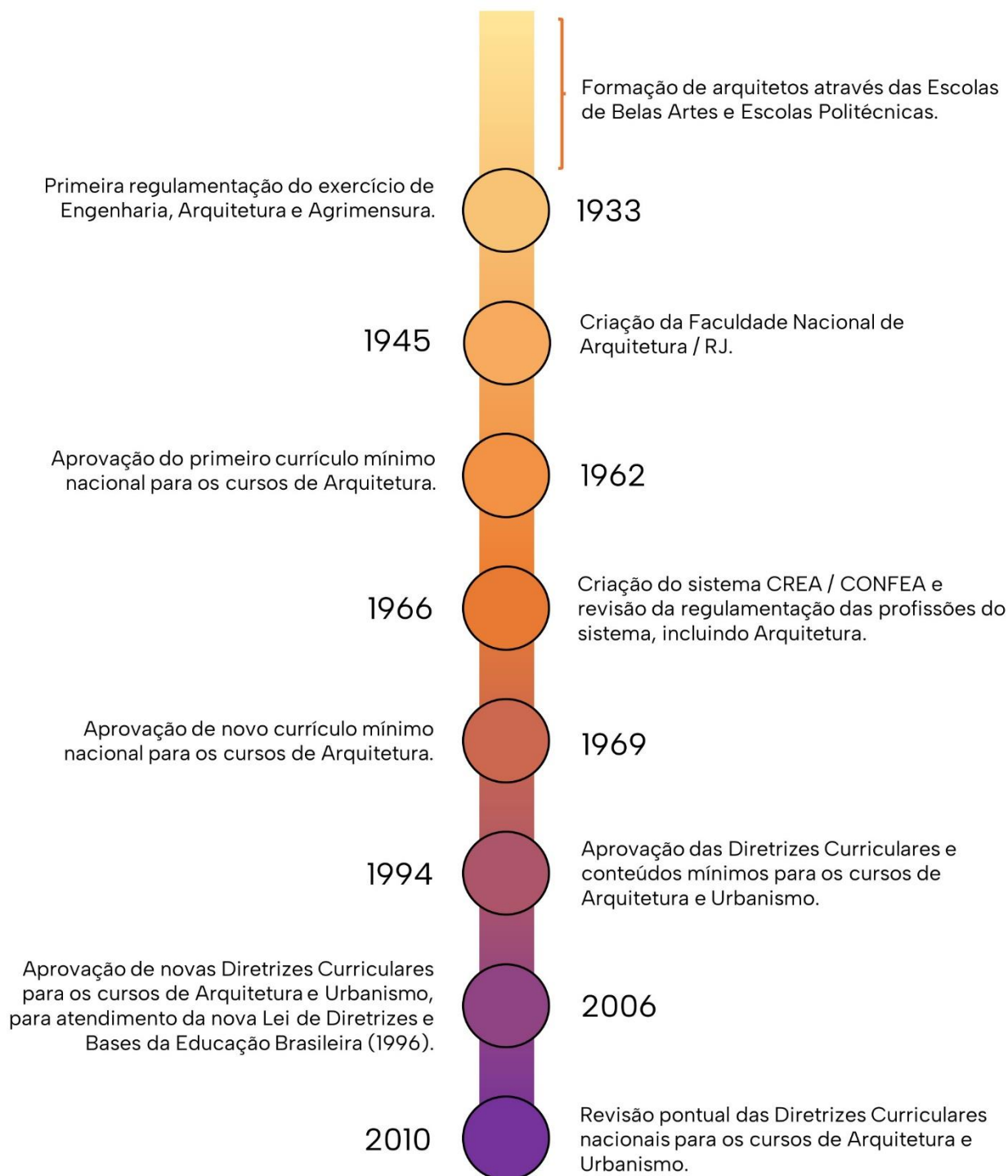
- a) sólida formação de profissional generalista;
- b) aptidão de compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação à concepção, organização e construção do espaço interior e exterior, abrangendo o urbanismo, a edificação, e o paisagismo;
- c) conservação e valorização do patrimônio construído;
- d) proteção do equilíbrio do ambiente natural e utilização racional dos recursos disponíveis. (BRASIL, 2010, p.2)

Também pela primeira vez é registrado o aspecto de interdisciplinaridade que a graduação em Arquitetura e Urbanismo deve ter, definindo que o projeto pedagógico do curso deve contemplar “formas de realização de interdisciplinaridade” e “modos de integração entre teoria e prática” (BRASIL, 2010, p.1). As diretrizes continuam organizando o conteúdo disciplinar em dois núcleos, de Conhecimentos de Fundamentação e de Conhecimentos Profissionais, e o Trabalho de Curso (antigo Trabalho Final de Graduação), recomendando que ocorra interpenetrabilidade entre eles.

Outro elemento novo foi a determinação do Estágio Curricular Supervisionado como conteúdo curricular obrigatório, com objetivo de assegurar ao formando o contato com situações e contextos em que possa aplicar conhecimentos, habilidades e atitudes adquiridas durante seu curso de formação em ambiente profissional.

Em junho de 2010 entrou em vigor mais uma revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, que se encontra vigente até a data presente (Resolução nº2/2010 da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação do Ministério da Educação). Essa versão apenas foi publicada devido a uma consulta realizada pela coordenação do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), questionando a validade de um artigo das diretrizes que restringia a atividade de orientação dos Trabalhos de Curso a professores arquitetos e urbanista (BRASIL, 2009). O CNE entendeu ser procedente tal indagação e republicou as diretrizes curriculares, suprimindo o artigo em questão.

Figura 2 – Linha do tempo da evolução das diretrizes de ensino para cursos de Arquitetura e Urbanismo no Brasil



Fonte: o autor.

2.3 DISCUSSÕES SOBRE INTERDICPLINARIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Mesmo com a inserção da recomendação de um ensino interdisciplinar nas Diretrizes Curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo ter surgido apenas na versão publicada em 2006, as discussões sobre o tema já ocorrem há muito mais tempo, como já foi observado anteriormente neste capítulo, com o depoimento do diretor da Escola de Arquitetura de Minas Gerais em 1995, Aníbal Mattos (MATTOS⁵, 1955 apud OLIVEIRA; PERPÉTUO, 2005).

Artigas (1956), em texto publicado pelo Departamento de Ensino do Grêmio Estudantil da FAUUSP, traça um breve panorama do ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil, destacando a juventude dos cursos autônomos de arquitetura no país e como, diante do baixo número de profissionais formados e disponíveis, é pequena a experiência dos arquitetos com a profissão e suas contribuições para construção de um imenso país são quase insignificantes.

Ele relata as dificuldades encontradas pelos jovens profissionais, recém-formados, “de não encontrarem, na prática, uma posição firme como profissionais, nos vários campos de atividade ligado à construção” (ARTIGAS, 1956, p.65), mesmo com o surto imobiliário que ocorria no início da década de 1950.

Na busca pelas causas desta situação, Artigas argumenta que uma das teses mais recorrida é grande separação existente entre curso acadêmico (teoria) e a vida profissional (prática). De acordo com estudantes da época, o ensino seria deficiente e pouco prático, com uma formação cada vez mais afastada da realidade. Os alunos estariam frequentando a graduação, visando apenas o diploma, para depois aprenderem com a vida.

⁵ MATTOS, A. **Atividades da Escola de Arquitetura**: relatório apresentado pelo diretor, ano de 1954. Belo Horizonte: Serviço Gráfico da Escola de Arquitetura, 1955.

Como maneira de melhorar o ensino nas escolas e, conseqüentemente, aprimorar o exercício profissional, Artigas critica o regime de seleção dos professores através de concursos que se tornam vitalício em cátedras, expressando a necessidade de mudança desse sistema, para alcançar cursos mais flexíveis e maleáveis, que possam ser modificados com mais facilidade.

Posteriormente, em texto elaborado em 1974 como contribuição para relatório sobre ensino de arquitetura da UNESCO, Artigas trata novamente sobre o assunto, ao mostrar insatisfação com o processo de formação do currículo da FAUUSP na década de 1950, que foi adaptado sobre o padrão da época (da Escola Nacional de Belas Artes) junto com parte do programa técnico advindo da Escola Politécnica da USP.

O currículo composto foi, inevitavelmente, uma somatória de disciplinas. O modelo de arquiteto que pretendíamos não podia ser compreendido. O amadurecimento deste modelo ainda precisava e talvez precise ainda de algum esforço. (ARTIGAS, 1974, p. 33)

Apesar de não ser citada explicitamente, nota-se no discurso de Artigas demandas que se alinham bastante com o ensino interdisciplinar. Conforme Thiesen (2008), a interdisciplinaridade se apresenta como alternativa ao ensino disciplinar normalizado e está situada sempre que se pensa na “possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas e onde simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado.” (THIESEN, 2008, p.547)

Em 1977, o prof. Siegbert Zanettini elabora um relatório sobre o ensino de projeto na área da edificação, solicitado a ele pela CEAU. Parte deste relatório, publicado em 1980, é uma análise sobre a situação do ensino de arquitetura nas escolas do Estado de São Paulo. Alguns problemas levantados, e solicitações de correção, refletem a falta de interdisciplinaridade nos cursos naquele período.

Em relatório da Comissão de Reestruturação Curricular da FAUUSP (FAUUSP⁶, 1977 apud ZANETTINI, 1980), é identificado que em um semestre do primeiro ano do curso, o aluno chegava a realizar 12 trabalhos de diferentes disciplinas, além de ter que frequentar as aulas e realizar leituras obrigatórias, entre outras atividades. Com 600 horas de trabalho disponíveis por semestre, o aluno teria 50 horas disponíveis para cada trabalho, apenas cerca de uma semana para cada. Parte da responsabilidade para a situação seria da crescente autonomização dos departamentos, com cada um estruturando suas próprias disciplinas sem correlação ou diálogo com os outros.

Como proposta para melhora deste quadro, é sugerido a “articulação horizontal e articulação vertical” (ZANETTINI, 1980, p.21) das disciplinas, demanda também dos alunos que requisitavam maior integração entre as matérias ministradas, em conflito com grupo de professores que “lutam pela especialização através de uma formação diferenciada, específica e aprofundada em cada uma daquelas áreas profissionais” (ZANETTINI, 1980, p.22).

Sobre o ensino na FAM (Faculdade de Arquitetura Mackenzie), Zanettini cita o relatório interno do curso que propõe que o curso deva formar e desenvolver o aluno em um programa aberto e integrado, e com maior aproximação das disciplinas. Como aplicação prática, propõe-se uma experiência piloto de uma disciplina teórica de 6 horas semanais em ateliê para alunos do 1º ano, Projeto Integrado, com a participação de sete disciplinas:

- Introdução a Geo Ecologia;
- Teoria da Informação e Percepção;
- Teoria da Arquitetura I;
- Introdução às Ciências Humanas e Sociais;
- História da Arte e Estética;

⁶ FAUUSP. Relatório da Comissão de Reestruturação Curricular. 1977

- História da Urbanização
- Introdução à Metodologia Científica.

Sobre a proposta, Zanettini (1980) critica a contradição de estabelecer uma nova disciplina teórica, em ateliê, sem ter como produto uma atividade prática, que seria “o fazer”.

No seu trabalho, Zanettini segue avaliando outros cursos existentes à época no Estado de São Paulo, como da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Santos (FAUS), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Braz Cubas (FAUBC) e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Mogi das Cruzes (FAUUMC), no entanto sua análise acaba focando mais nas instalações físicas dos cursos, avaliadas como não adequadas para o ensino de Arquitetura e Urbanismo, em parte devido aos cursos serem muito recentes e parte devido ao foco na finalidade lucrativa das escolas de arquitetura mantidas pela iniciativa privada (ZANETTINI, 1980). Sobre a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (FAUPUC), Zanettini não emite sua análise devido à impossibilidade de obter depoimentos dos alunos e professores, assim como ter acesso à documentos do curso.

Após análise dos cursos, Zanettini elabora um quadro com as principais afirmações e reivindicações repetidas entre alunos, professores e administração dos cursos. Entre eles, pode-se destacar alguns que demonstram a falta de interdisciplinaridade nos cursos, e que poderiam se beneficiar de sua implementação:

Tabela 3 – Sintomas relacionado a interdisciplinaridade, levantados no relatório de Zanettini (1980) sobre avaliação do ensino de Arquitetura e Urbanismo

ALUNOS	"Há falta de liderança."
	"Não há debate nem troca de ideias."
	"Não há integração entre os departamentos e disciplina."
	"O ensino limita-se à transmissão de experiências. Não há pesquisa."
PROFESSORES	"As iniciativas pedagógicas e didáticas são queimadas antes de aplicadas, e desprestigiam-se quando aplicadas."
ADMINISTRAÇÃO	"Não há diálogo com os professores."
	"A estrutura depende de 'favores', principalmente do quadro docente"

Fonte: Adaptado de ZANETTINI, 1980.

Ao compilar a situação de cada escola paulista da época, Zanettini identifica e destaca como um dos principais problemas, a definição de programas das disciplinas "feita de maneira e particular ao nível de cada disciplina" e que "com os currículos introvertidos e sem retroalimentação por avaliações contínuas, não existe incentivo para uma abordagem interdisciplinar." (ZANETTINI, 1980, p.77)

Ao propor mudanças no processo de ensino de projeto, tecnologia e história, Zanettini descreve uma abordagem interdisciplinar no curso, com maior aproximação entre as áreas:

Não seria difícil imaginar o que, ao invés do que ocorre hoje, seria o curso para o aluno, onde ao mesmo tempo que estivesse desenvolvendo seu projeto, pudesse incursionar orientadamente no exame de exemplos efetivados, pesquisar a evolução do processo histórico do tema e entendê-lo na problemática socioeconômica de hoje. Por outro lado, perceber que a técnica a investigar, está em íntima relação com as disponibilidades do meio onde esse projeto se situa. Compreender que não basta "inventar" uma estrutura, mas saber se ela tem cabimento. Descobrir que o seu projeto não parte do "nada", mas de condicionantes tecnológicas – mão de obra, materiais, sistema construtivo, etc. – determinados por injunções do mercado, ou então, marginal a ele. (ZANETTINI, 1980, p.121)

Um dos aspectos abordados por Zanettini em sua análise do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, a disputa entre um ensino mais integrado em oposição a uma especialização em conteúdo, também aparece no trabalho de Silva (1986). De acordo com ele:

Critica-se muito a organização do ensino institucional e a existência de inúmeras e diferenciadas disciplinas, pois há uma difundida e correta noção de que a atividade criadora é por excelência sincrética e integradora. Mas não podemos negligenciar o fato de que a preparação para o exercício dessa atividade requer a aquisição tanto de conhecimento quanto de habilidades, e que isso só pode se realizar, dentro de bases eficientes, quando se conta com um programa organizado e se dispõe de pessoal docente especializado em cada campo específico. (SILVA, 1986, p.25)

Com isso, Silva busca demonstrar a ausência de uma dicotomia entre o ensino integrado e o especializado, e que ambos podem, e devem, estar presentes no ensino de Arquitetura e Urbanismo. O que ele questiona, é a “noção de que a atribuição de realizar a síntese, nas denominadas disciplinas práticas, seja uma tarefa exclusiva do estudante” (SILVA, 1986, p.25). Como proposta, Silva indica que a renovação do ensino de arquitetura passe por uma abordagem científica sobre o processo de projeção, onde, nas disciplinas práticas, o professor deixaria de ter uma postura apenas reativa, se limitando a responder propostas elaboradas pelo aluno, e passaria a adotar um ensino ativo, com transmissão de conteúdos prévios “antes mesmo que o aluno trace a primeira linha sobre o papel.” (SILVA, 1986, p.27)

Outros autores também abordam a necessidade de mudança de postura e perfil dos docentes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo para que o ensino interdisciplinar possa ser efetivamente aplicado na graduação. Cunha et al. (2005) afirmam que a maioria dos professores possuem uma formação focada quase que exclusivamente na técnica, complementada pela prática profissional e com pouco investimento em formações pedagógicas mais profundas. A isso, soma-se o trabalho nas universidades com condições desarticuladas e focada em abordagens individuais em sala de aula, com pouco espaço para reflexões sobre práticas pedagógicas coletivas.

Já Martins e Terçariol (2016) tratam também sobre as relações necessárias entre docentes para a prática interdisciplinar:

A efetivação de um trabalho interdisciplinar, tanto em pesquisa quanto em sala de aula, vai além da integração de diferentes áreas,

pois a interdisciplinaridade pressupõe a construção incessante das relações entre docentes, que ultrapassa a simples unificação de saberes. Para isso, faz-se necessário o real profissionalismo do professor, ou seja, a competência em sua área de atuação, ao método de seu saber (disciplina ou especialidade). (MARTINS; TERÇARIOL, 2016, p.1368)

Pombo (1993, p.4) também aborda o cuidado que deve ser tomado ao propor-se experiências interdisciplinares, para que elas não acabem retomando aspectos disciplinares anteriores:

Muitas dessas experiências não são efetivamente experiências interdisciplinares, mas simplesmente multidisciplinares (ou pretendendo sê-lo). Pode mesmo acontecer que experiências interdisciplinares deem origem, não a novos arranjos disciplinares, a novas formas de trabalho, mas as novas disciplinas: os investigadores começam por ensaiar formas inovadoras de trabalho interdisciplinar, pondo em confronto e colaboração diferentes áreas e métodos mas, afinal, acabam por estabelecer antigas estruturas disciplinares, comparáveis em tudo àquelas que tinham por objetivo ultrapassar, com a sua firme e rígida identidade teórica, metodológica e institucional.

Essas abordagens podem ser verificadas na prática, ao se consultar os registros do seminário e ciclo de debates sobre ensino da graduação realizados na FAUUSP em 1999. Ao discutir-se as frustrações dos alunos pela aplicação prática limitada de conceitos aprendidos em aulas de conforto ambiental nos trabalhos de projeto desenvolvidos em atelier, os professores concordam com a ideia de integrar os projetos desenvolvidos nas disciplinas de Projeto de Edificações e de Conforto Ambiental, mas tratam como essencial que a integração deva ser precedida por um alinhamento a ser desenvolvido pelos docentes dos dois grupos, com objetivo de alinhar e compatibilizar conteúdos e trabalhos a cada semestre (FAUUSP, 2000).

A professora Helena Ayoub também sugere a integração de disciplinas que possuam sobreposição de conteúdos, mas indicando ser necessário que a prática seja ampla e não limitada a poucos conteúdos:

A profa. Helena Ayoub ressalta, na linha de preocupação sobre a adequação didática, a sobreposição de conteúdos com disciplinas

de outros departamentos. Sugere que em disciplinas como Geometria Aplicada, ministrada no 1º semestre por professores do Departamento de Tecnologia da Arquitetura, deva haver uma ligação estreita com os trabalhos desenvolvidos nas disciplinas de Projeto. Ressalva, no entanto, reconhecer que tal articulação apenas se viabiliza no âmbito de uma proposta didática mais ampla e não como iniciativa isolada. (FAUUSP, 2000)

Outros aspectos da interdisciplinaridade são abordados no mesmo ciclo de debates, como a necessidade de um espaço físico que permita o desenvolvimento de atividades interdisciplinares, com a participação conjunta de professores além dos pertencentes ao Departamento de Projeto (FAUUSP, 2000).

O documento também registra a opinião da representante discente sobre a iniciativa realizada junto aos alunos do 1º semestre, de um trabalho interdisciplinar desenvolvido internamente ao Departamento de Projeto, onde aborda-se as cinco áreas de projeto do departamento – projeto de edificações, planejamento urbano, paisagismo, desenho industrial e programação visual. Sobre a iniciativa, os alunos se queixam que os conteúdos e exercícios propostos apresentam-se de maneira isolada e não cumprem a proposta de integração dos conteúdos (FAUUSP, 2000).

Essa situação reforça o aspecto trazido por Pombo (1993) sobre as dificuldades que o ensino interdisciplinar pode apresentar, já que ele não pode ser apenas uma justaposição de conteúdos, exigindo um maior planejamento dos conteúdos a serem apresentados e grande preparação e integração dos docentes para a tarefa. Também em Cunha et al (2005) que, ao descrever uma prática interdisciplinar ocorrida no curso de Arquitetura e Urbanismo da UPF (Universidade de Passo Fundo), relata que a “interdisciplinaridade como princípio educativo não pode ficar longe dos princípios de vivência e dos modos de produção vigentes” (p.7), necessitando uma dedicação intensa e permanente reavaliação.

O compartilhamento de experiências interdisciplinares entre os docentes, através da documentação de práticas em sala de aula, publicações de artigos sobre aspectos pedagógicos dos cursos e participação em encontros, pode auxiliar a

superar as dificuldades e barreiras encontradas e divulgar êxitos em de ensino de Arquitetura e Urbanismo, incluindo práticas interdisciplinares. Essa recomendação é presente no relatório elaborado pelo CEAU em 1994, sobre as condições e diretrizes sobre o ensino de Arquitetura e Urbanismo, e que serviu de subsídio para elaboração das primeiras diretrizes curriculares do curso no mesmo ano (BRASIL, 1994b, p.28):

Propõe-se, ainda, o estímulo à adoção de orientação didático-pedagógica para arquitetos/professores na área da educação, através de encontros locais, regionais e nacionais de metodologia do Ensino Superior. Ao mesmo tempo deve-se reunir esforços para ampliar a reflexão sobre a prática do ensino de Projeto de Arquitetura e Urbanismo.

No entanto, no último ENSEA (Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo) houve apenas 53 inscritos provenientes de 28 instituições (ABEA, 2022), de um total de mais de 800 cursos em atividade, conforme o Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior do portal e-MEC (BRASIL, 2023).

3. BIM NO ENSINO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL

Dada a abrangência do assunto e sua ampla abordagem através de diversos ângulos, acreditamos ser importante definir claramente os objetivos deste capítulo que são: 1. indicar sucintamente o conceito de BIM através das definições adotadas pelos principais autores; 2. abordar a evolução do BIM ao longo dos anos e seu estágio atual de adoção no Brasil; e 3. relatar as principais experiências de BIM no ensino superior de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, que saiam do lugar comum do ensino de software de modelagem tridimensional e busquem desenvolver competências dos alunos que levem a formação de profissionais aptos à aplicação de conceitos BIM em seus projetos, inicialmente acadêmicos e posteriormente profissionais.

3.1 DEFINIÇÃO DO CONCEITO BIM

O conceito de *Building Information Modelling*, ou Modelagem da Informação da Construção, vem sendo construído ao longo de muitos anos, com seus fundamentos conceituais sendo primeiramente descritos ainda na aurora da computação em 1962 (GASPAR, 2019).

Desde então, muito se avançou, tanto nas discussões teóricas quanto na tecnologia que permitiu sua aplicação, até sair definitivamente do campo teórico e entrar no meio profissional comum de arquitetos e engenheiros em todo o mundo.

Sua definição contemporânea mais utilizadas é a escrita por Eastman et al. (2014), descrito como *“uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”*

(EASTMAN *et al.*, 2014, p. 13). Nesta definição, é importante notar o estabelecimento, de maneira sucinta, de uma relação indissociável entre tecnologia e processo para termos efetivamente o BIM.

Já a NIBS (National Institute of Building Sciences), na sua primeira versão da norma americana de BIM, define o BIM da seguinte maneira:

BIM é a representação digital das características físicas e funcionais de um edifício. Como tal serve como um recurso de conhecimento compartilhado para informações sobre o edifício, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida. (NIBS, 2007, p.21, tradução nossa)

Nessa definição, podemos destacar os termos “conhecimento compartilhado” e “informações” para complementar a designação adotada por Eastman *et al.* (2014).

Para finalizar com as principais definições de BIM utilizadas, apresenta-se a definição dada pelo professor da Universidade de Helsinki, na Finlândia, Hannu Penttilä (2006, p.403), de que BIM “é uma metodologia para gerenciar o processo de projeto de construção essencial uma edificação e seus dados de projeto em formato digital, através de todo seu ciclo de vida”.

Nesta definição, salientamos o termo “metodologia” que é apresentado, enfatizando a necessidade da integração entre tecnologia e processos para obter os propósitos finais do BIM. Succar (2009, p.357) complementa essa definição, acrescentado que “BIM é um conjunto interativo de políticas, processos e tecnologias” que geram a metodologia citada por Penttilä (2006).

3.2 EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA BIM

Os primeiros fundamentos teóricos de conceitos que fariam parte do BIM surgiram logo no início do desenvolvimento da computação, ainda na década de 1960, com o trabalho do pesquisador de Stanford, Douglas C. Engelbart em 1962,

onde ele descreve um sistema computacional hipotético, onde arquitetos entrariam uma série de especificações e dados dos elementos construtivos, e o projeto imaginado apareceria na tela, onde então o arquiteto poderia examinar e ajusta-lo, adicionando informações cada vez mais detalhadas e interligando com outras especialidades, como estrutura por exemplo (ENGELBART, 1962).

Posteriormente, em 1975, Charles M. Eastman, então diretor e professor associado na Universidade Carnegie-Mellon, publicou um trabalho onde demonstra o protótipo de um sistema computacional desenvolvido para projetos de edificações, onde planos, seções e perspectivas fossem extraídos a partir de elementos previamente modelados e todas as alterações seriam atualizadas automaticamente nos desenhos gerados, evitando todo retrabalho gerado por revisões de projeto. Tal sistema é também desenvolvido de maneira que pudesse operar em conjunto com outros *softwares*, sendo capaz de realizar análises mais complexas como a capacidade de carga de uma viga ou o fluxo de ar através de um duto de exaustão. Tal sistema foi batizado como *Building Description System – BDS* (EASTMAN, 1975).

Ao longo do final da década de 1970 e início da década de 1980, muitos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento semelhantes ao elaborado por Eastman, ainda sem utilização do termo BIM para descrever tais trabalhos (MENEZES, 2011).

Alguns dos softwares de criação e modelagem utilizados atualmente aparecem justamente nesse período, como o Graphisoft Archicad que teve início de desenvolvimento em 1982 e foi lançado em 1987. Mesmo softwares mais recentes, como Bentley Systems, Autodesk Revit e Nemetschek Vectorworks foram criados a partir de experiências de softwares mais antigos, como os britânicos RUCAPS e OXSYS, os franceses Cheops e Architrion, o belga Brics e o americano Master Architect, entre outros (EASTMAN, 2014).

Já o primeiro uso do termo *building information modeling* foi documentado em um artigo publicado por Van Nederveen e F. Tolman, em dezembro de 1992. Antes disso, em 1986, Robert Aish publicou um artigo onde utilizou o termo *building modeling* em seu título, mas com o sentido do termo BIM utilizado atualmente. Nele, Aish descreve todas as características de um sistema, que hoje utilizamos para o BIM, ilustrando esses conceitos através de desenhos desenvolvidos no RUCAPS para a reforma do terminal 3 do Aeroporto de Heathrow (AISH, 1986).

Através da quantidade de publicações sobre BIM a cada ano, levantados por Pinha (2017), pode-se considerar que a partir de 2008, a metodologia BIM deixa o seu período de disseminação e passa a estar definitivamente estabelecida, ganhando destaque e ampla divulgação além dos meios acadêmicos e profissionais de vanguarda.

3.3 ESTÁGIOS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM

No Brasil, o BIM começa a ser exigido para contratação de projetos no início da década de 2010 por grandes contratantes como Petrobras – Petróleo Brasileiro S/A; DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e Metrô – Companhia do Metropolitano de São Paulo (DELATORRE; SANTOS, 2014). Nesse mesmo período, é criado junto à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por solicitação do governo brasileiro através do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção – ABNT/CEE-134, sendo estabelecido que ela seria responsável pela criação de todo arcabouço normativo sobre BIM que deveria ser desenvolvido a partir de então. Sua primeira publicação foi a tradução da ISO 12006/2, lançada aqui no Brasil em março de 2010 como *ABNT ISO 12006/2 – Construção de edificação – Organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para classificação*, que (ABNT, 2010, p. vii):

... define uma estrutura para os sistemas de classificação do setor da construção e identifica um conjunto de tabelas de classificação recomendadas e seus títulos para uma variedade de classes de objetos de construção, de acordo com as visualizações de definições particulares.

Em seguida, a comissão passou a trabalhar na *NBR 15965 – Sistema de classificação da informação da construção* e suas sete partes, publicadas de 2011 até 2022.

Outra iniciativa do governo brasileiro, também através do MDIC, foi o estabelecimento do Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling em 2017 e o lançamento da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM – Estratégia BIM BR, definida através do decreto federal 9.377 de maio de 2018 (posteriormente revogado e redefinido pelo decreto 9.983/2019, para se enquadrar na organização ministerial vigente no momento), que busca, entre outros objetivos, difundir, estimular e capacitar o mercado brasileiro de construção civil no uso do BIM e forma o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR. Uma das principais definições do Comitê Gestor foi estabelecer a adoção do BIM em obras públicas através de três fases (Fase 1 em 2021, Fase 2 em 2024 e Fase 3 em 2028), com a primeira fase determinando o desenvolvimento dos principais projetos em BIM (arquitetura, estrutura, hidráulica elétrica e sistemas mecânicos), permitindo a execução de detecção de interferências entre elas. A segunda fase terá foco nas etapas de planejamento-cronograma (4D), orçamentação (5D) e controle das obras e a terceira fase prevê o uso do BIM para gerenciamento e manutenção dos projetos públicos.

Já sob a influência dessas definições da Estratégia BIM BR, a nova lei brasileira de licitações (Lei nº 14.133/2021) incorporou em seu texto a preferência para uso do BIM na contratação de serviços de arquitetura e engenharia, que citamos a seguir (BRASIL, 2021):

Art. 19. Os órgãos da Administração com competências regulamentares relativas às atividades de administração de materiais, de obras e serviços e de licitações e contratos deverão:

...

V – promover a adoção gradativa de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia.

...

§ 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling– BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.

No momento da publicação desta dissertação, a nova lei de licitações está vigente simultaneamente às outras que disciplinam a matéria. No entanto, partir de abril de 2023, todo regramento antigo deixará de ser válido e será regido pela nova legislação.

No entanto, mesmo com mais de dez anos passados após as primeiras contratações de projetos utilizando BIM no Brasil e as iniciativas governamentais que tratam do assunto, pesquisas recentes demonstram que a adoção do BIM ainda não está em pleno curso no país.

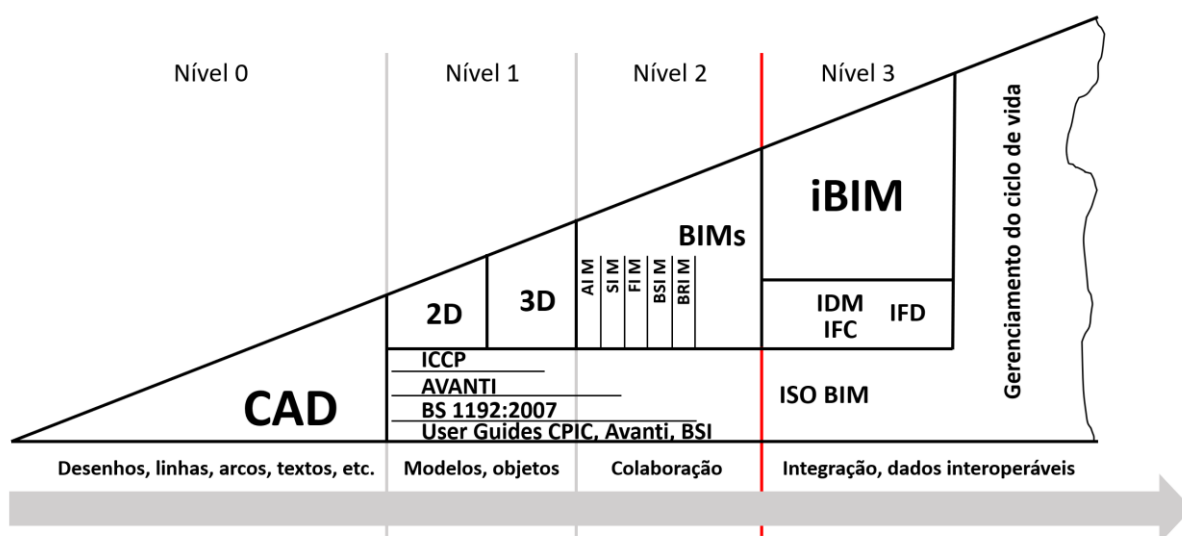
Uma pesquisa recente (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; 2022) buscou identificar o nível de maturidade BIM em empresas de toda cadeia de construção civil no Brasil.

O nível de maturidade BIM (BEW; RICHARDS⁷, 2008 apud SOUZA; MELHADO, 2014) é um conceito adotado como peça-chave na estratégia de adoção do BIM definido definida pelo Governo do Reino Unido. Conforme Souza e Melhado (2014), no nível 0, a informação é produzida apenas com desenhos em 2D, através de linhas e texto, sem qualquer procedimento gerenciável ou suporte. O nível 1 já incorpora o trabalho de modelos 2D e 3D, elaborados e gerenciados com base em processos e diretrizes estabelecidos através de normas técnicas. No

⁷ BEW, M.; RICHARDS, M. BIM maturity model. In **Proc...**, Construct IT Autumn 2008 Members' Meeting. Brighton, UK: BuildingSMART, 2008.

nível 2, consolida-se o conceito de modelagem da informação, mas ainda através de modelos individuais de cada especialidade que podem consolidar-se em um só modelo em momento seguinte. No nível 3 de maturidade, o mais avançado previsto nesse esquema, possibilita-se a interoperabilidade e colaboração plena em modelos únicos.

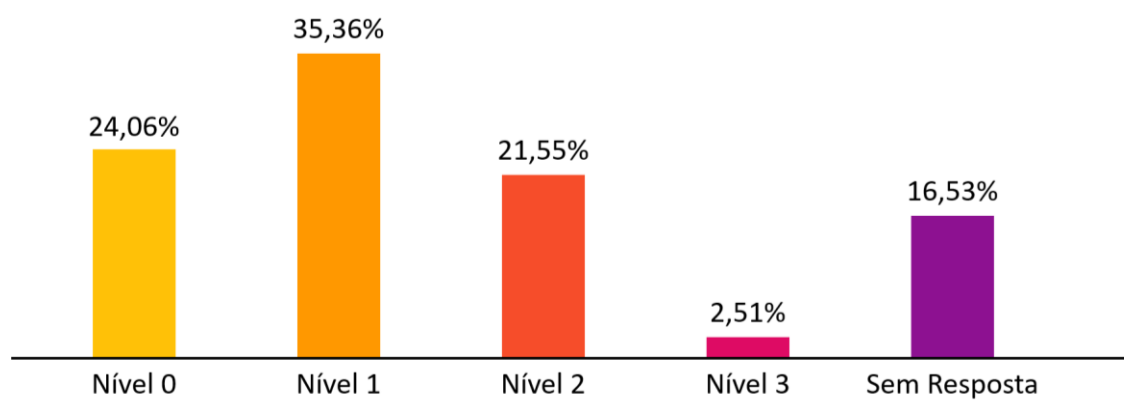
Figura 3 – Modelo de maturidade BIM



Fonte: BEW; RICHARDS, 2008 apud SOUZA; MELHADO, 2014.

A pesquisa da ABDI identificou que aproximadamente 59% das empresas respondentes encontram-se nos níveis 0 e 1 de maturidade BIM (figura 4). Apenas 19% indicavam estar nos níveis 2 e 3 de maturidade (16,53% dos respondentes não responderam à questão).

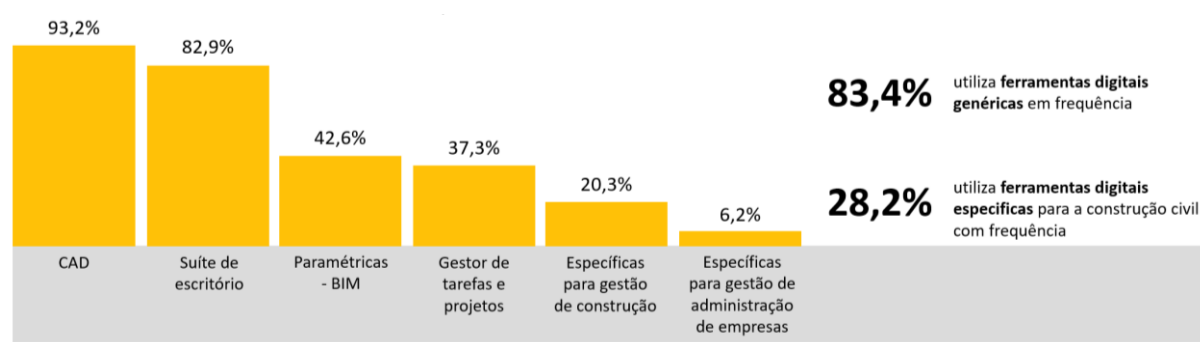
Figura 4 – Nível de utilização do BIM autoavaliado pelas organizações



Fonte: ABDI, 2022

Também em 2022, o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil – CAU/BR e o BIM Fórum Brasil, patrocinados pela ABDI, realizaram a Primeira Pesquisa Nacional sobre Digitalização na Arquitetura e Urbanismo. Nela, foram obtidas mais de 5400 respostas válidas, que compuseram a amostra da pesquisa. Desse total, 42,6% apontaram o uso frequente de BIM em sua prática profissional (Figura 5), uma porcentagem bastante próxima do levantamento da ABDI.

Figura 5 – Uso frequente de tecnologias digitais.

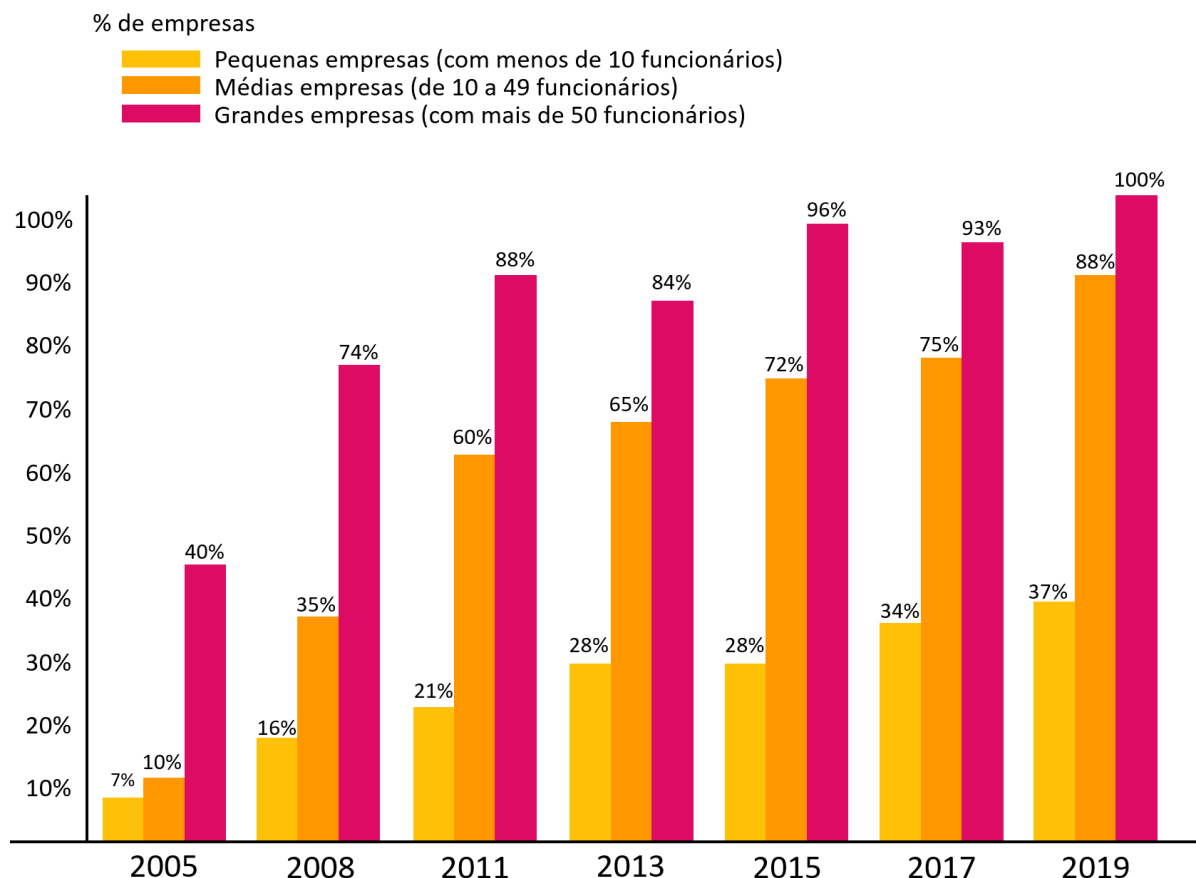


Fonte: CAU BR (2022)

Para efeito de comparação, buscou-se dados de uso de BIM em escritórios de arquitetura nos Estados Unidos da América (EUA), principal economia do mundo. Uma pesquisa realizada pelo *American Institute of Architects* – AIA (Instituto Americano de Arquitetos) no ano de 2019 e publicada em 2020, identificou a porcentagem de escritórios de arquitetura utilizando BIM em seus projetos, mas separado em três categorias: pequenos escritórios (menos de 10 funcionários), escritórios médios (de 10 a 49 funcionários) e grandes escritórios (50 ou mais funcionários). A pesquisa, que é realizada a cada dois anos, apontou pela primeira vez que 100% dos grandes escritórios de arquitetura nos EUA utilizam BIM no desenvolvimento de seus projetos. No entanto, apenas 37% dos pequenos escritórios de arquitetura utilizam o BIM em sua atividade. Os escritórios médios ficam mais próximos dos grandes, com 88% deles utilizando a metodologia (Figura 6).

O baixo número de pequenos escritórios que adotaram BIM se torna ainda mais significativo ao destacar-se que 75% dos escritórios respondentes são dessa classificação e apenas 6,3% dos escritórios norte-americanos de arquitetura enquadram-se na categoria de grandes escritórios (AIA, 2020).

Figura 6 – Porcentagem de escritórios de arquitetura americanos utilizando BIM para projetos comissionados



Fonte: AIA, 2020.

3.4 DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO BRASIL

Quase quinze anos após a criação, no Brasil, dos primeiros grupos de trabalho interdisciplinares para estudo do BIM e dos primeiros workshops e seminários sobre o tema (NARDELLI; TONSO, 2014), ainda é constatado que a adoção do BIM não vem ocorrendo no ritmo esperado.

Entre os principais motivos levantados em pesquisas sobre as dificuldades e barreiras na adoção do BIM pelo setor de projetos para a construção, os custos

dos investimentos para atualização do parque tecnológico das empresas destacam-se entre os outros. No levantamento realizado pelo CAU/BR (2022) junto a arquitetos brasileiros, a necessidade de aquisição de licenças para novos softwares é apontada como barreira por 56,2% dos respondentes e os investimentos em infraestrutura de hardware é empecilho para 23,4% das respostas.

Em um outro questionário, aplicado por Martins, Silva e Teixeira (2022) junto a empresas da indústria AEC (arquitetura engenharia e construção) do Brasil, 72% das respostas apontaram o “custo do investimento na aquisição e melhorias de infraestrutura tecnológica (hardwares, softwares, licenças e bibliotecas BIM)” como um desafio de alto nível de adversidade para implantação do BIM.

Outra razão sempre citada como dificuldade na adoção do BIM é a falta de profissionais preparados disponíveis no mercado e a necessidade de treinamento aos funcionários já inseridos nas empresas. O levantamento da ABDI (2022), na pergunta sobre as maiores dificuldades de implantação do BIM nas organizações, indicou que 48,15% das respostas apontaram “treinamentos de capacitação para a metodologia BIM”, além de indicarem que dentro de 26,57% das organizações respondentes, não existem pessoas qualificadas para usar ferramentas BIM.

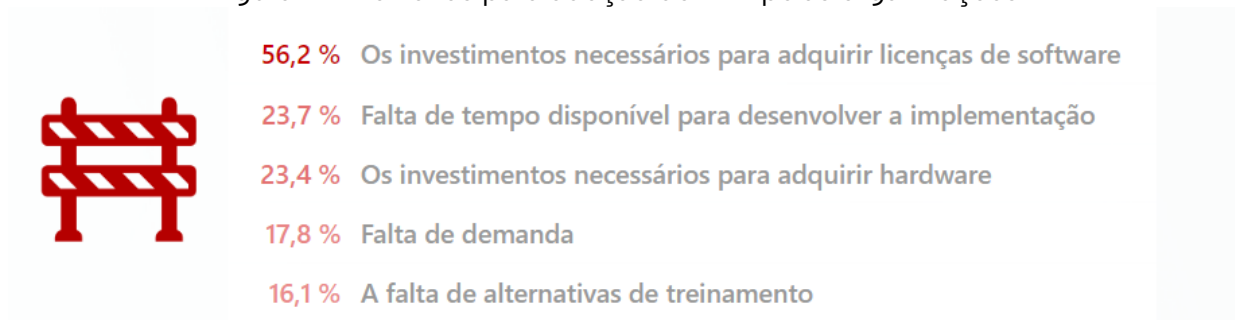
No questionário de Martins, Silva e Teixeira (2022), 48% citaram a carência de profissionais suficientemente capacitados em BIM, corroborando o levantamento da ABDI (2022). O mesmo trabalho também indica que 59% das respostas apontam “deficiência no ensino técnico e universitário brasileiro sobre BIM” como um desafio de alto nível para adoção do BIM.

Um outro dado que se destaca entre as dificuldades apontadas para incorporação do BIM nas empresas é sobre a demanda dos clientes para que os projetos sejam desenvolvidos em BIM. Em pesquisa do CAU BR (2022), 17,8% citaram como barreira para uso do BIM em seus escritórios, a falta de demanda por

parte dos contratantes para entrega de projetos em BIM e 59% das empresas do setor AEC apontaram o “desconhecimento, por parte dos clientes, sobre as vantagens do BIM” (MARTINS; SILVA; TEIXEIRA, 2022).

Além dos pontos levantados nas pesquisas e descritos até esse ponto, outros obstáculos merecem ser destacados: falta de estrutura de processos adequada para o BIM = 45,43%; a organização não dispõe de treinamento ou incentivo a cursos = 44,30% (ABDI, 2022); falta de tempo disponível para desenvolver a implementação = 23,7%; falta de alternativas de treinamento = 16,1% (CAU BR, 2022); necessidade de reestruturação do processo de projeto = 52%; problemas quanto aos direitos autorais, acesso, uso e compartilhamento dos múltiplos conjuntos de dados de projeto = 46% (MARTINS; SILVA; TEIXEIRA, 2022).

Figura 7 – Barreiras para adoção do BIM pelas organizações



Fonte: CAU BR (2022)

3.5 EXPERIÊNCIAS DE ENSINO DE BIM NA ARQUITETURA E URBANISMO

Assim que o conhecimento da metodologia BIM foi sendo difundido através de simpósios acadêmicos e profissionais, a sua incorporação nos cursos de formação de profissionais de AEC passou a ser discutido. Conforme Barison e Santos (2010), com exceção do Instituto de Tecnologia da Geórgia, que pesquisa BIM desde o início dos anos 1990, e alguns cursos que utilizavam softwares BIM pioneiros, a introdução do BIM no ensino internacional ganha força a partir de 2003, com maior intensidade entre os anos de 2006 e 2009, em grande parte

devido à exigência do mercado, que passou a buscar profissionais que possuíssem as habilidades necessárias para desenvolver e gerenciar projetos em BIM.

No Brasil, Ruschel, Andrade e Moraes (2013) apontam que a primeira experiência documentada de ensino de conceitos BIM em cursos AEC ocorre em 2006 com o prof. Vincent no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Nos anos seguintes, de 2007 a 2011, há um aumento no número de artigos publicados com relatos nacionais, mostrando um alinhamento nas experiências brasileiras com as internacionais, quanto ao momento de expansão das publicações relatando experiências de ensino com abordagem de conceitos BIM. No entanto, ressalta-se que as experiências internacionais demonstram uma preocupação na aplicação de aspectos conceituais do BIM ao invés de simples instruções ferramentais, enquanto as experiências brasileiras demonstram uma implantação mais gradual, com disciplinas isoladas e sem aplicação de conceitos como coordenação, integração e colaboração (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

Seguindo essas primeiras experiências, identifica-se um aumento no número de publicações que tratam do ensino e aprendizagem do BIM em cursos de nível técnico, graduação e pós-graduação, mas esse crescimento quantitativo não é acompanhado de uma maior profundidade das experiências de ensino. De acordo com Checcucci (2019, p.3), a maioria das experiências vem ocorrendo de forma predominante da seguinte maneira:

- (a) acontecem a partir de um esforço pessoal dos docentes envolvidos com o componente curricular, que se articulam com colegas para viabilizar as disciplinas;
- (b) acontecem de forma pontual nos currículos dos cursos;
- (c) continuam abrangendo as fases iniciais do ciclo de vida da edificação.

Uma melhora deste quadro poderá ser verificada conforme houver uma maior adoção do ensino de BIM nas universidades brasileiras, com experiências

que possam ser documentadas e compartilhadas (DELATORRE; MIOTTO; PEREIRA, 2015).

3.5.1 BIM NO ENSINO SUPERIOR

As novas práticas de projeto incorporadas ao mercado AEC pelo BIM demandam a formação de um novo perfil de profissional, com as universidades possuindo um papel fundamental nesse processo, podendo também contribuir na formulação de posturas que reforcem esses novos processos de projeto e construção do edifício (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

Ao analisar os cursos de arquitetura do Brasil, Barison e Santos (2016) apontam que os estudantes ainda não estariam sendo preparados com competências BIM exigidas para assumir as funções necessárias em projetos e processos BIM, fazendo com que as empresas tenham que investir em treinamentos disponíveis no mercado para suprir essa demanda. No entanto, muitas vezes esses cursos também acabam não tratando de competências BIM, focando apenas na operação de softwares. Esse fato reforça a importância de abordar o BIM de forma completa na graduação desses profissionais, reduzindo a necessidade de treinamento externo e possibilitando uma efetiva mudança de cenário na indústria da construção civil.

É importante registrar que as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo (BRASIL, 2010), e seus pareceres complementares posteriores, não mencionam em qualquer artigo o ensino de BIM, nem mesmo o ensino de CAD, apenas dispõe que os cursos devem capacitar seus alunos com “o conhecimento dos instrumentais de informática para tratamento de informações e representação aplicada à arquitetura, ao urbanismo, ao paisagismo e ao planejamento urbano e regional...” (BRASIL, 2010, p. 37).

Checucci (2014) lista alguns dos conhecimentos, habilidades e comportamentos que são considerados como necessários para trabalhar em BIM e que devem ser estimulados na formação de engenheiros civis. Entendemos que os mesmos podem ser aplicados para a formação de arquitetos e urbanistas e entre os itens descritos na lista original, destacamos os seguintes conhecimentos, habilidades e comportamentos, que possuem maior correlação com os objetivos deste trabalho:

Tabela 4 - Conhecimentos, habilidades e atitudes para se trabalhar com o paradigma BIM

CONHECIMENTOS	Construção civil, ciclo de vida da edificação e o paradigma BIM;
	Criação, manipulação, gerenciamento, coordenação e análise de modelos BIM e das informações inseridas ao longo do ciclo de vida da edificação;
	Modelagem, dimensionamentos diversos e simulações;
	Colaboração através do uso de tecnologias web e gerenciamento de fluxos de trabalho;
	Gráfica computacional e modelagem geométrica através da utilização de programas CAD e GIS (Geographic Information System) e sua integração com o BIM;
	O uso de aplicativos nas fases iniciais do projeto, dentre eles programas que ajudam na modelagem de formas complexas e na transformação de um modelo geométrico de superfície ou de sólido em um modelo BIM;
	Linguagem de programação, aplicação de rotinas e scripts em programas CAD/BIM.
HABILIDADES	Coleta, o processamento, a análise e a interpretação de dados e informações;
	Desenvolvimento da visualização espacial;
	Capacidade de trabalhar com informações multidimensionais e multimodais;
	Desenvolvimento de soluções criativas e inovadoras;
	Utilização de diferentes meios de expressão e de representação;
	Habilidade de desenvolver uma comunicação efetiva, seja gráfica, escrita ou verbal;
Colaboração, o trabalho em equipe e a liderança;	
ATITUDES	Desenvolvimento de uma visão ética e humanista, observando as demandas da sociedade;

	Busca continuada de novas soluções, e a atitude curiosa e investigativa frente às inovações;
	Desenvolvimento de uma autonomia operativa e criativa na resolução de problemas;
	Estar motivado para o aprendizado autônomo ao longo de sua vida, dentre outros.

Fonte: Adaptado de Checcucci, 2014.

Dentre as competências BIM, Barison e Santos (2016) distinguem as que são normalmente aprendidas na graduação em arquitetura, as que podem ser inseridas no ensino superior e as mais avançadas, que demandam aprimoramento em cursos de pós-graduação ou através de experiência prática profissional:

Tabela 5 – Matriz de competências BIM

	CONHECIMENTOS	HABILIDADES	ATITUDES
Já existentes na graduação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Processo de projeto, construção e fabricação; ▪ Tecnologia de Construção; ▪ Documentações; ▪ Desenhos para construção e fabricação; ▪ Normas técnicas e especificações de materiais de construção; ▪ Geometria espacial. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cognição; ▪ Pensamento sistêmico e crítico; ▪ Pensamento lateral e criativo; ▪ Saber usar um computador; ▪ Trabalhar em equipe; ▪ Saber interpretar tabelas, gráficos e equações. 	
Podem ser incorporadas na graduação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceitos relacionados a BIM; ▪ Parametrização; ▪ Coordenação BIM; ▪ Detecção de Interferências; ▪ Fluxo de trabalho ▪ BIM e Gestão de Interoperabilidade ▪ Padrões BIM. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ferramentas BIM e aplicativos (revisão, autoria e verificação de modelos); ▪ Geração de documentação 2D a partir de modelos BIM; ▪ Modelagem BIM utilizando um conjunto pré-definido de padrões e diretrizes; ▪ Gerar modelo de massas em ferramenta BIM; ▪ Gerar renderizações de qualidade a partir do modelo BIM ▪ Gerar animação 3D para visualizações internas e 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ser um membro da equipe; ▪ Ter iniciativa; ▪ Ser autogerido; ▪ Ser disposto a ensinar outros.

		<p>externas (walk-through, fly-through) dentro de um ambiente BIM.;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelagem paramétrica e implementação/adaptação de famílias de componentes BIM; ▪ Visualização espacial; ▪ Habilidades pessoais e interpessoais; ▪ Extração de quantidades e documentações do modelo; ▪ Uso de ferramentas BIM para análises de sustentabilidade (solar, energética, etc); ▪ Ferramentas de comunicação e de colaboração. 	
<p>Devem ser postergadas para a pós-graduação ou para ambientes profissionais</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tecnologias para colaboração ▪ Processos de uma empresa de AEC; ▪ Padrões BIM e templates; ▪ Bibliotecas de componentes BIM. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicas de gerenciamento; ▪ Implantação de BIM; ▪ Treinamentos em BIM; ▪ Dar suporte em software e hardware BIM; ▪ Elaboração de materiais de aprendizagem BIM; ▪ Elaboração de manuais e padrões BIM . 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ser disposto a viajar eventualmente; ▪ Ser motivado em assuntos relacionados à BIM; ▪ Ter a mente aberta para mudanças.

Fonte: Barison e Santos (2016, p. 114).

Além de atender às solicitações do mercado e sociedade em formar profissionais preparados para atuar em projetos inseridos em processos tecnológicos de ponta, o ensino de BIM também pode auxiliar na modernização de disciplinas tradicionais, mesmo que ainda não se abandone os métodos tradicionais de ensino de arquitetura, pois, conforme Farias Segundo e Romano (2010), as salas de aulas de projeto precisam ser baseadas tanto em tecnologias tradicionais e novas, possibilitando uma compreensão mais completa de problemas projetuais.

Outro proveito do uso de ferramentas digitais no ensino de arquitetura se dá pelo uso de representações e simulações numéricas, em substituição à simples

representação gráfica, que permite “a aproximação do aluno com os processos de projeto, processos usados no canteiro de obras, processos de operação e manutenção” (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013, p.152).

Até mesmo no ensino de história da arquitetura, o BIM demonstra aderência aos objetivos das disciplinas, permitindo ao aluno reviver o processo de concepção da obra ao modelar digitalmente edifícios com valor histórico (CANUTO, 2017).

3.5.2 ESTRATÉGIAS E METODOLOGIAS DE ENSINO BIM

Muitas ideias de como inserir o BIM no ensino de arquitetura e urbanismo vem sendo apresentadas e discutidas. De maneira geral, dois modelos vêm sendo utilizados para inserção do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo: um pontual, considerando seu uso em poucas disciplinas e de maneira isolada, e um integrado, envolvendo mais disciplinas (BARISON; SANTOS, 2010; CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM., 2013; RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). Ambos possuem diferentes vantagens e desvantagens e demandam adaptações diferentes nos currículos, sendo necessária maior intervenção no currículo o método integrado, devido ao ensino de arquitetura se encontrar bastante fragmentado, sendo um dos motivos que existam poucos relatos abordando essas experiências (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM., 2013). Dado o perfil deste trabalho, que busca investigar a aderência entre o ensino interdisciplinar e o BIM na graduação de arquitetura e urbanismo, iremos focar na análise de metodologias e experiências que busquem uma abordagem mais completa do BIM, planejando seu ensino de maneira integrada com diversas disciplinas.

Barison e Santos (2011) propõem uma estratégia de ensino que avança em etapas bem definidas, buscando atingir os níveis BIM determinados por Succar (2010), desde níveis iniciais da adoção do BIM, onde o aluno seria instruído nas

habilidades de modelagem em disciplinas de representação gráfica, passando pelo nível intermediário de analista até o nível de gerente.

Nas etapas iniciais, sugere-se que os alunos tenham aulas práticas de modelagem, podendo estar integrado em disciplinas de representação gráfica, com conteúdo focado nas habilidades de modelagem, extração de quantitativos, criação de componentes, comunicação e interoperabilidade. Em nível seguinte, considerado intermediário, o aluno deve dominar todo conteúdo anteriormente ministrado e aumentar seus conhecimentos de modelagem com ferramentas mais avançadas, como parametrização e modelos generativos, que exigem conhecimento computacional mais avançado. Também se indica que o trabalho seja desenvolvido em disciplina de projeto, em equipe e de maneira colaborativa com disciplinas complementares, como estrutura e instalações. Assim os alunos poderão desenvolver um modelo interdisciplinar e aplicar conceitos como “clash detection” (checagem de interferências), orçamentação e integração de modelos.

No nível mais avançado, que seria equivalente a um gerente BIM, Barison e Santos (2011) sugerem que os alunos possuam conhecimento de uma gama completa de ferramentas BIM, além de materiais de construção, métodos construtivos e o cotidiano de uma construção, tornando-os aptos no uso do BIM para o gerenciamento da construção. É importante notar que os autores sugerem em publicação posterior (BARISON; SANTOS, 2016), já mencionada nesse capítulo, que o ensino completo de conhecimentos BIM seja realizado ao longo da graduação e pós-graduação dos alunos.

Para verificar a aplicabilidade de BIM em componentes curriculares dos cursos, existem trabalhos publicados que buscam verificar onde a proximidade com conceitos do BIM é mais clara, indo além das disciplinas de projeto e informática aplicada à arquitetura (LEAL; SALGADO, 2019).

Um método de análise da matriz curricular de um curso e suas interfaces com BIM foi apresentado por Checcuci e Amorim (2014), onde mapeia-se toda a matriz curricular do curso em análise, identificando as disciplinas que possuam maior aderência com conteúdo BIM e possibilidade de desenvolvimento das competências desejadas. Neste método, é realizada uma pesquisa documental das ementas dos cursos, classificando as disciplinas em quatro categorias diferentes: a. nível de interface da disciplina com o BIM; b. qual conteúdo BIM pode ser trabalhado na disciplina (modelagem tridimensional, colaboração, interoperabilidade, ciclo de vida do edifício, parametrização, etc.); c. etapa do ciclo de vida do empreendimento que pode ser abordada (estudo de viabilidade, projeção, planejamento, construção, uso, operação e manutenção, e demolição; d. qual disciplina de projeto associa-se mais ao componente curricular: arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica, ar condicionado e outras disciplinas. Após análise, o resultado é registrado em caixas individuais para cada matéria, utilizando graduação de cores para ressaltar o resultado da análise de cada categoria.

No Instituto Federal Fluminense (IFF), esse sistema de avaliação de disciplinas foi aplicado e desenvolvido um projeto piloto interdisciplinar com base no seu resultado (PEREIRA FILHO; BARRETO, 2018). O projeto piloto foi elaborado após aplicação de questionários junto aos alunos e professores e análise documental do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e componentes curriculares do curso de arquitetura e urbanismo, identificando três disciplinas (Informática aplicada à arquitetura e urbanismo III, Sistemas Estruturais II e Instalações Prediais II) com interface ao BIM e iniciado o projeto interdisciplinar de uma residência unifamiliar com aproximadamente 200,00 m². O principal resultado dessa abordagem foi uma maior conscientização da necessidade de atividades colaborativas com disciplinas de conteúdo complementar e não apenas o ensino instrumental isoladamente. Também se verificou o potencial das disciplinas de

informática para desenvolver meios de incentivem a integração de recursos TICs objetivando a gestão, colaboração e comunicação de informações da construção para novas práticas de ensino.

No curso noturno da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia (FAUFBA), aproveitando a oportunidade de modelar um curso novo, criado sob o programa federal de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), Checcucci; Amorim e Pereira (2013) relatam o processo de inserção do uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas disciplinas “Desenho Projetivo” (2º semestre), “Informática e Desenho I” (3º semestre) e “Informática e Desenho II” (6º semestre). A experiência foi avaliada como bastante satisfatória, tendo estabelecido uma base sólida para uso do BIM e sua extensão para disciplinas de arquitetura, estruturas e instalações prediais, entre outras. Ressalva-se a necessidade de que o uso desses conhecimentos seja incentivado nessas demais disciplinas pelos respectivos docentes, mas também é possível aos alunos utilizarem os conhecimentos obtidos em seus trabalhos de maneira independente, dadas as vantagens propiciadas pelo uso de softwares mais atuais em conjunto com a metodologia BIM.

Almeida (2014) descreve um processo interdisciplinar de implantação do BIM no curso de arquitetura da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), onde o ensino do software Autodesk Revit ocorre em paralelo ao processo de projeto e de maneira integrada às disciplinas de 3º trimestre: Trabalho Integrado III, Representação III, Modelos Digitais III, Projeto III e História. O conjunto das disciplinas desenvolve um projeto comum, uma casa mínima de 45 m². Dado que o ensino de projeto acontece em conjunto à aprendizagem da representação gráfica, Almeida (2014) destaca que, frequentemente, os alunos surgem com demandas de formas que ainda não sabem como modelar e/ou representar graficamente, gerando novas discussões e tópicos nas disciplinas de desenho. Isso

acaba gerando um aluno mais interessado e com atitude mais autônoma, acarretando uso mais completo da ferramenta, que vai desde compreender o funcionamento interno do software até aplicação de códigos paramétricos.

Na Unochapecó (Universidade Comunitária da Região de Chapecó) é relatada a experiência de ensino do software Autodesk Revit logo no início do curso na disciplina de Desenho Arquitetônico I, sendo solicitado o uso do software em disciplina de projeto arquitetônico. O modelo gerado na disciplina foi utilizado de forma integrada com mais duas disciplinas do curso, que tratavam de paisagismo e arquitetura de interiores, além da disciplina de Fabricação Digital, onde os alunos desenvolveram a volumetria do terreno através de sistemas de corte a laser. A experiência foi relatada com bastante positiva, sem perdas no processo de ensino aprendizagem dos alunos e com uma significativa evolução na capacidade de entendimento dos alunos na visualização e representação dos projetos (DELATORRE; MIOTTO; PEREIRA, 2015).

Durante o primeiro semestre de 2018, Cuperschmid e Castriotto (2018) documentaram o oferecimento de uma disciplina de informática aplicada à arquitetura na Unicamp (Universidade Estadual de Campinas) que introduzia conceitos iniciais de BIM. Apesar da disciplina tratar, em sua maior parte, de conceitos introdutórios de BIM e do ensino instrumental de software, a experiência se destaca pelo desafio enfrentado pelos docentes, que precisaram contornar uma redução na carga horária da disciplina que houve com relação à mesma disciplina em período anterior (de quatro horas presenciais por semana para duas horas semanais). A solução encontrada foi adotar o ensino híbrido, com aulas presenciais (apresentação de conceitos, discussões e resoluções de dúvidas) e vídeo aulas gravadas (tutoriais de instrumentação no software). O resultado foi considerado bastante satisfatório, pois mesmo com a redução da carga horária, notou-se uma otimização do tempo das aulas presenciais, devido à preparação prévia dos alunos

através das vídeo aulas gravadas, onde eles possuem a possibilidade de repetir explicações gerais em caso de dúvidas, trazendo para sala de aula apenas questões mais específicas.

Mesmo tendo claro que as abordagens para ensino de BIM nos cursos superiores devam sempre o compreender não apenas como uma tecnologia, mas como uma metodologia que pretende gerenciar e analisar informações, e que seu ensino não deve ser limitado à habilitação técnica normalmente inserida em disciplinas de informática (CUPERSCHMID; CASTRIOTTO, 2018), percebe-se que a maioria das experiências publicadas ainda possuem como foco principal a instrumentação em softwares BIM (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). A falta de trabalhos elaborados em equipes interdisciplinares é notada não apenas considerando o ensino de BIM, mas em toda academia brasileira, o que pode ser um dos motivos pela maior resistência de implantação do BIM em sua totalidade nos cursos de arquitetura e urbanismo (BATISTELLO; BALZAN; PEREIRA, 2019).

Vale destacar aqui a iniciativa “Rede de Células BIM Antac” (RUSCHEL; LEAL, 2022), inaugurada em janeiro de 2022, que são:

... grupos organizados de professores e alunos de uma instituição de ensino envolvidos na proposição e no desenvolvimento de um Plano de Implementação de BIM curricular (PIBc), em um ou mais cursos, com o intuito na realização de ações acadêmicas para transformação digital no âmbito do Projeto Construa Brasil. (RUSCHEL; LEAL, 2022)

A partir do Edital de Chamamento Público nº 3/2019 do Ministério da Economia, foram selecionados para o projeto 19 instituições de ensino superior, com um total de 32 cursos, com o objetivo de revisar e avaliar a prática disciplinar atual, identificar os possíveis ganhos dentro do processo de transformação curricular, desenhar novos processos de ensino e caminhos para adoção tecnológica, lançar em implementar o PIBc e revisar, disseminar e integrar o plano dentro das matrizes curriculares dos cursos. A etapa atual do projeto tem previsão de duração de dois anos, finalizando em dezembro de 2024.

3.5.3. PRINCIPAIS OBSTÁCULOS

A adoção de novas tecnologias, de maneira geral, sempre acarreta custos razoáveis tanto em equipamentos eletrônicos e seus programas, quanto em treinamento de “mão de obra”, e com o BIM não é diferente. Como todo processo evolutivo, ele demanda treinamento do corpo docente e discente e criação e atualização de infraestrutura de laboratórios de informática das universidades (LEAL; SALGADO, 2019).

Cuperschmid e Castriotto (2018) também indicam a necessidade de computadores atualizados com softwares e hardwares de ponta como barreira técnica para uma maior adoção do BIM nos cursos superiores. Além da barreira técnica, são citadas barreiras culturais (falta de conhecimento sobre BIM pelos docentes, dificuldade de utilização de ferramentas atuais e falta de tempo para reformulação de disciplinas) e pedagógicas (falta de material didático, pouca condição para amadurecimento do currículo e promoção de melhorias nos cursos, ausência de espaço nas matrizes curriculares e dificuldades para implementação de BIM em disciplinas específicas).

Ao avaliar o curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Rabbi, Calmon e Conde (2016) chegam a entraves semelhantes para a adoção de BIM, como o baixo número de docentes com domínio da tecnologia, resistência às mudanças por parte do corpo docente, falta de equipamentos de informática adequados, necessidade de alterações físicas nas salas de aula para adequação a um novo padrão de ensino e falta de integração entre as disciplinas do curso e as ofertadas pelo Departamento de Engenharia.

A avaliação geral é que o ensino de BIM vem ocorrendo de maneira gradual e pouco efetiva nos cursos de arquitetura no Brasil. Uma resposta a isso tem sido a organização do ENEBIM (Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM), que vem

ocorrendo anualmente desde 2018. Em sua quarta edição, ocorrida em 2022 (o evento de 2020 foi cancelado devido à epidemia da Covid-19), houve a apresentação de 62 trabalhos relatando diferentes aspectos do ensino de BIM em cursos técnicos, de graduação e pós-graduação na área de AEC.

A necessidade de apresentar conteúdos como coordenação, integração e colaboração, identificados como primordiais para uma prática de projeto baseada em BIM, indica que os cursos interessados em praticar uma abordagem completa da metodologia necessitam realizar uma revisão em suas estruturas curriculares, estabelecendo eixos verticais e horizontais permeados por conceitos relacionados ao BIM (CHECCUCCI; AMORIM, 2014). Dessa maneira, se permite que o foco da educação nas universidades não seja apenas o domínio de um ou mais *softwares*, mas sim como utilizar os processos de BIM nas diferentes fases da edificação, porque utilizá-los e como eles podem melhorar o desempenho dos projetos (RABBI; CALMON; CONDE, 2016).

4. PESQUISA (SURVEY) SOBRE ENSINO DE BIM NA ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL

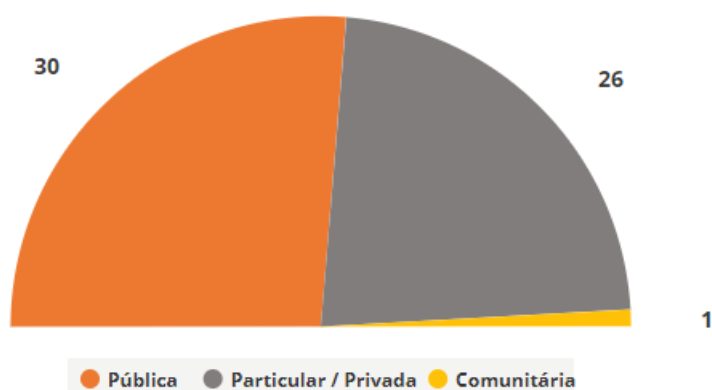
Para observar como docentes de cursos de arquitetura e urbanismo identificam a aderência entre o ensino de BIM e o ensino interdisciplinar na graduação de arquitetura e urbanismo, foram utilizadas duas diferentes técnicas de pesquisa: uma pesquisa online e entrevistas estruturadas.

4.1 QUESTIONÁRIO *ONLINE*

Para realização do questionário online, utilizou-se a ferramenta de Formulários do Google e foi disponibilizado um *link* que permaneceu acessível aos respondentes para respostas entre abril e setembro de 2021. O convite para preenchimento do questionário foi encaminhado para 108 docentes, com o retorno de 57 respostas.

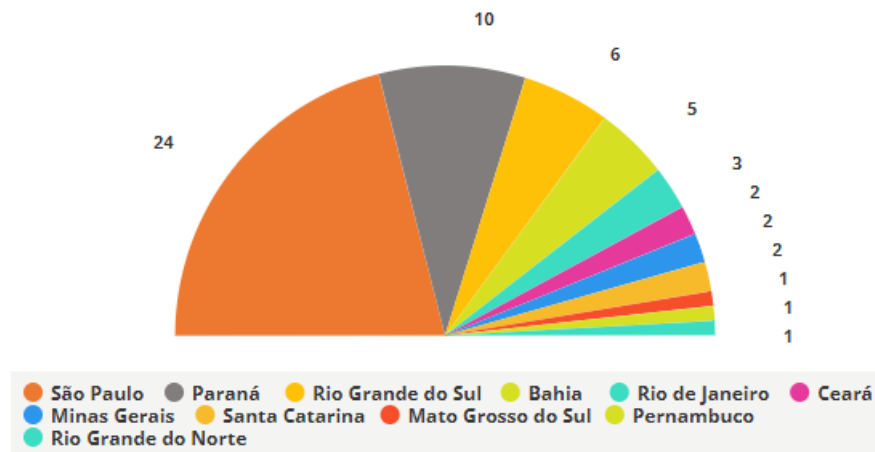
4.1.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Figura 8 - 1ª questão: A faculdade / universidade é uma instituição:



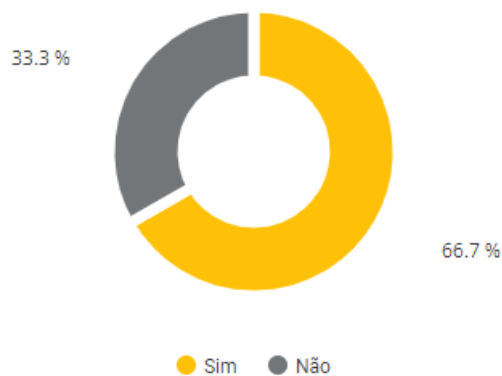
Fonte: o autor.

Figura 9 – 2ª questão: Estado onde localiza-se a instituição:



Fonte: o autor.

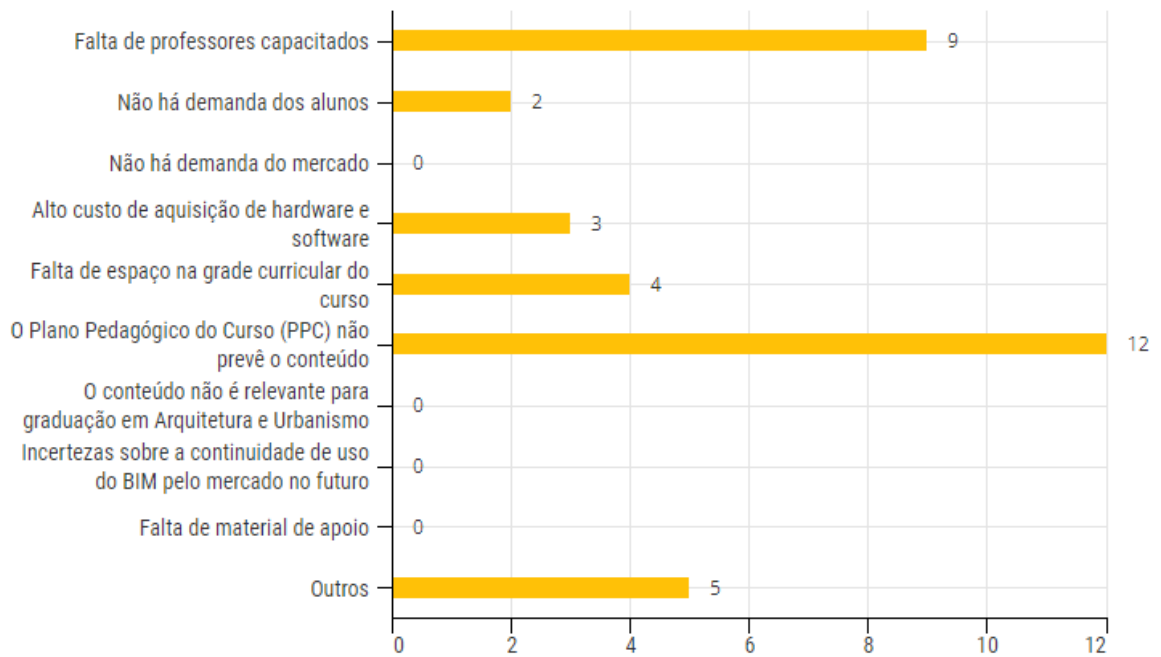
Figura 10 – 3ª questão: Na graduação de Arquitetura e Urbanismo de sua instituição, o BIM faz parte do conteúdo curricular do curso?



Fonte: o autor.

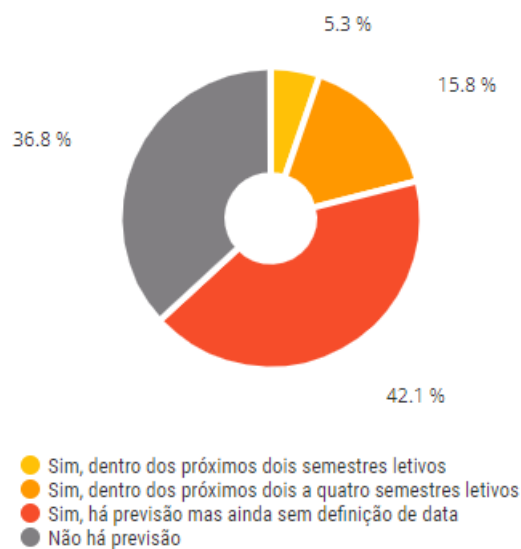
Nesse ponto, cria-se duas linhas de perguntas: uma linha para os respondentes que selecionaram SIM, e outra para os que selecionaram NÃO, as quais seguem primeiramente abaixo. Para identificação posterior na seção “4.1.2. ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS”, as questões desses grupos estão numeradas com o prefixo “N” ou “S”.

Figura 11 – Questão N.4: Por qual motivo não é previsto o ensino de BIM no curso?
(permitida a escolha de mais de uma alternativa)



Fonte: o autor.

Figura 12 – Questão N.5: Existe previsão para que o ensino de BIM seja adotado na estrutura curricular do curso?



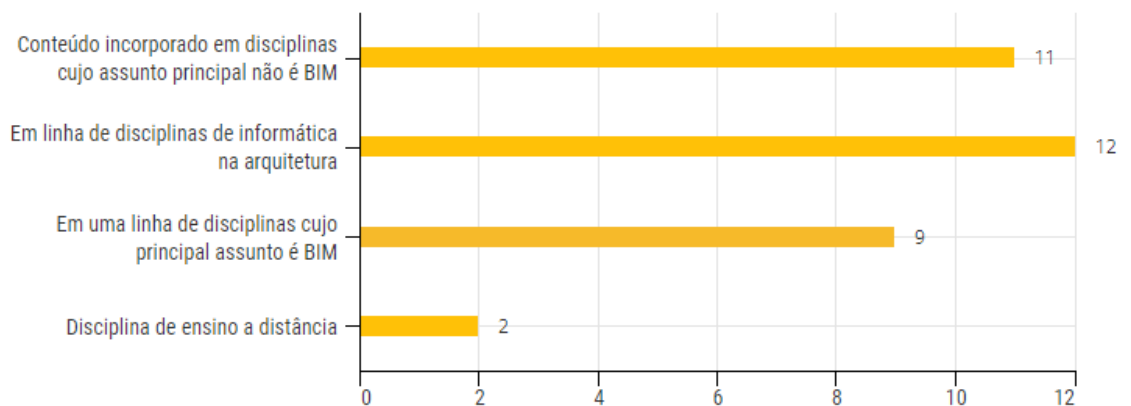
Fonte: o autor.

Figura 13 – Questão N.6: Você acha importante que o BIM seja incorporado no curso?



Fonte: o autor.

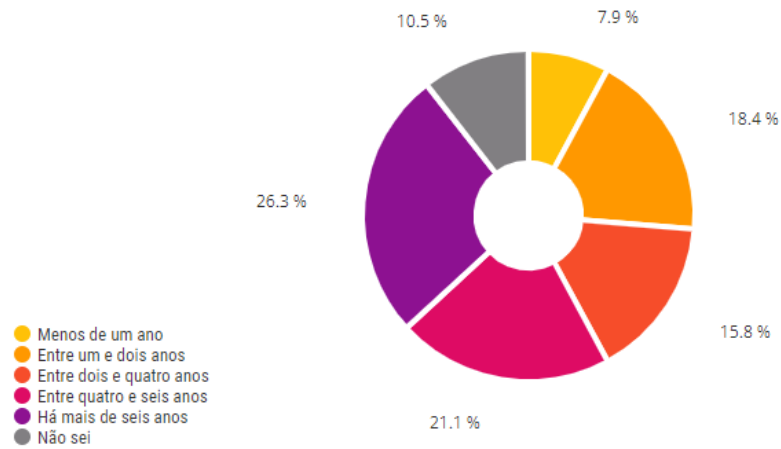
Figura 14 – Questão N.7: Como você considera que o ensino de BIM deva ser incorporado ao curso? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)



Fonte: o autor.

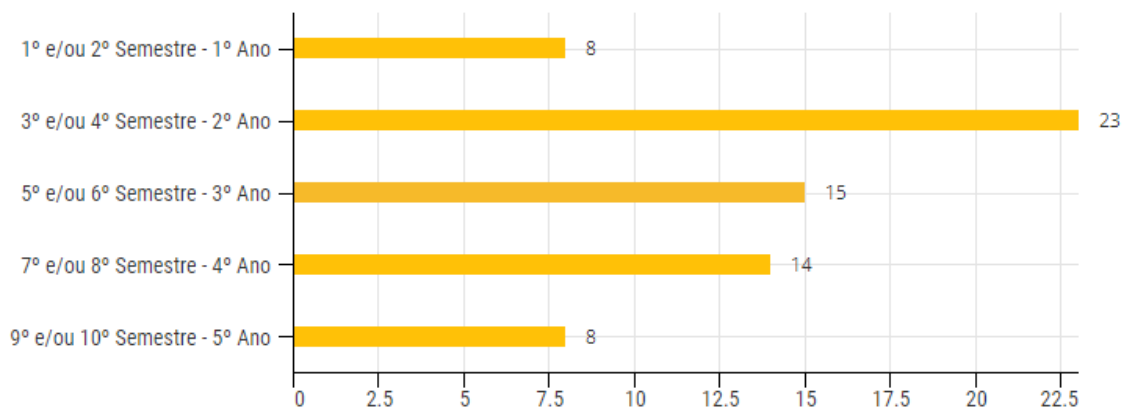
A seguir, prossegue-se com as questões para os respondentes que selecionaram a resposta SIM na questão 3.

Figura 15 – Questão S.4: Há quanto tempo o ensino de BIM foi adotado na IES?



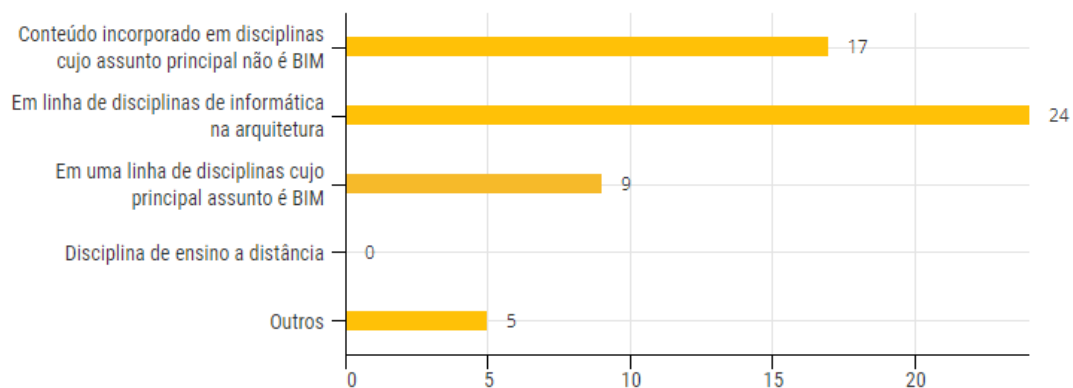
Fonte: o autor.

Figura 16 – Questão S.5: Em quais semestres/anos existe disciplina que trate sobre BIM? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)



Fonte: o autor.

Figura 17 – Questão S.6: Considerando a estrutura curricular do curso, o ensino de BIM está incorporado de qual maneira? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)

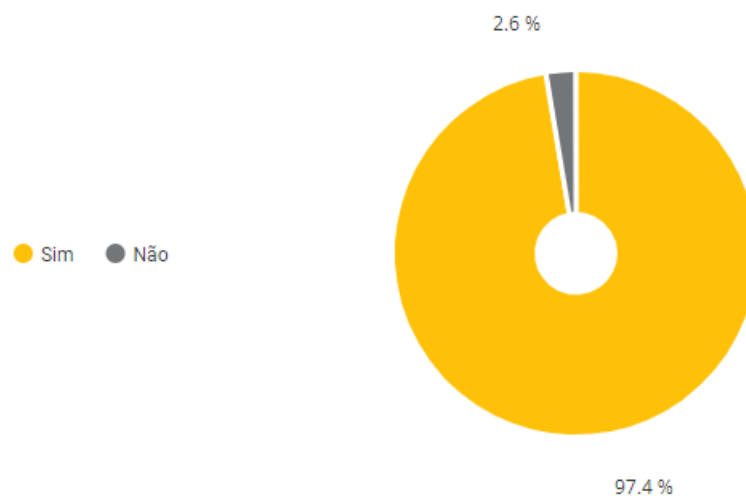


Fonte: o autor.

Nesta questão, aos que selecionaram a opção “Outros”, foi solicitado que descrevessem de que outra maneira o ensino de BIM estava incorporado na graduação. As cinco respostas que selecionaram essa opção foram descritas conforme segue abaixo:

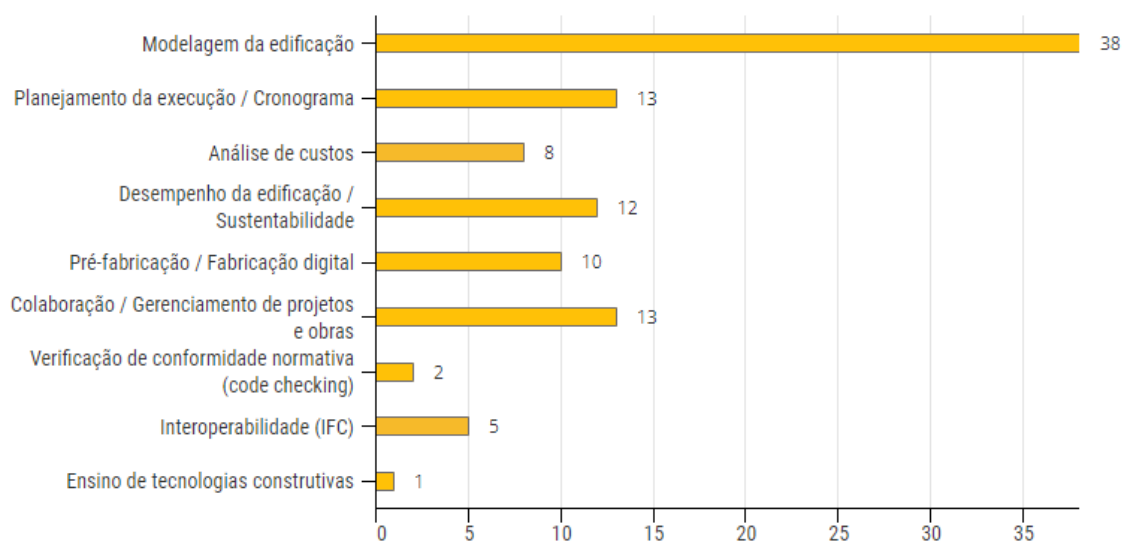
- Disciplinas optativas (duas respostas);
- Cursos de extensão e seminários;
- Disciplinas de ateliê de projeto;
- Laboratório de informática.

Figura 18 – Questão S.7: A metodologia de trabalho em BIM traz como uma de suas principais características a colaboração antecipada e facilitada entre múltiplas disciplinas de projeto. Considerando essa ideia, você acredita que o ensino de BIM possa auxiliar na integração de diferentes disciplinas nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo (Projeto de Arquitetura e Conforto Ambiental, por exemplo)?



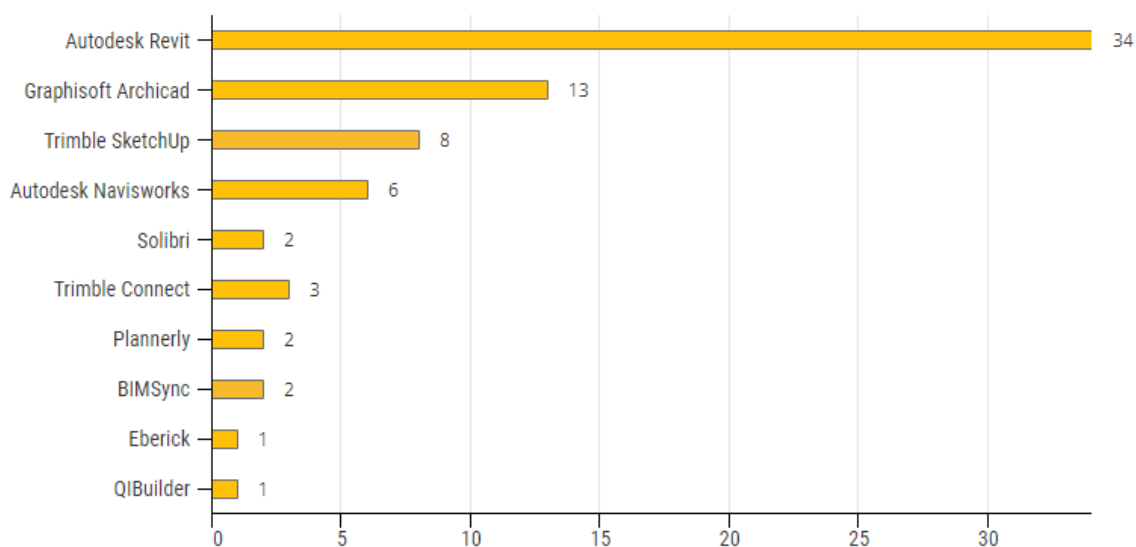
Fonte: o autor.

Figura 19 – Questão S.8: Quais são as principais competências BIM tratados no curso? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)



Fonte: o autor.

Figura 20 – Questão S.9: Quais são os principais softwares utilizados no ensino de BIM? (permitida a escolha de mais de uma alternativa)



Fonte: o autor.

4.1.2 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

No início do questionário, vemos uma distribuição bastante equilibrada entre respondentes de instituições públicas e privadas (Figura 8), sendo aproximadamente 53% de respostas referentes às instituições públicas e 47%

referentes às instituições particulares (sendo uma comunitária, conforme destacado pelo respondente).

Na questão seguinte (Figura 9), investiga-se a localização geográfica do respondente, solicitando-se a indicação do estado sede da instituição. Nota-se uma grande concentração de respondentes localizados em São Paulo (42% do total, 24 respostas), algo já aguardado para essa questão, refletindo com bastante proximidade o último censo profissional realizado pelo CAU BR em 2020, que identificou 31% do total de arquitetos no Brasil morando no estado paulista. Em seguida, os estados com mais respondentes foram o Paraná (10 respostas, aproximadamente 18% dos respondentes) e Rio Grande do Sul (6 respostas, 10,5% das respostas).

Parte-se para a próxima questão (Figura 10), que identifica se o curso de arquitetura e urbanismo possui ou não o ensino de BIM incorporado ao seu currículo. Dois terços dos respondentes (38 respostas) apontaram que o BIM já se encontra incorporado de alguma maneira no conteúdo curricular do curso, enquanto 19 respostas retornaram negativo. Essa questão serviu como separação entre duas linhas de perguntas para o restante do questionário, baseado na situação favorável ou desfavorável quanto à existência de BIM no currículo.

A análise das respostas segue pela linha de perguntas para os respondentes que apontaram a ausência do ensino de BIM no curso, onde primeiramente questiona-se os principais motivos sobre porque o BIM não é previsto no curso (Figura 11). Entre as múltiplas opções disponibilizadas, além do campo outros, onde podia-se descrever um motivo personalizado, destaca-se a não previsão do ensino de BIM pelo plano pedagógico do curso (12 respostas) e a falta de professores capacitados (9 respostas).

Em seguida, perguntou-se se havia previsão para a incorporação de conteúdo BIM no curso e prazo previsto (Figura 12). Nessa questão, destacou-se a

opção de que existe a previsão para incorporação do BIM no curso, no entanto sem definição de data (8 respostas, 42,1% do total), seguido por 36,8% dos respondentes (7 respostas) que indicaram não haver previsão para inclusão de BIM no curso.

Nas perguntas finais do questionário para essa linha, questiona-se sobre a importância ou não da incorporação do BIM no curso (Figura 13), sendo retornado por 100% dos respondentes de maneira favorável, indicando como o ensino de BIM possui uma grande relevância, mesmo entre docentes de cursos que ainda não o contêm no curso. Finaliza-se questionando como o docente considera que o ensino de BIM deve ser incorporado ao curso (Figura 14), com as respostas se dividindo quase que igualmente entre as alternativas “conteúdo incorporado em disciplinas cujo assunto principal não é BIM”, “Em linha de disciplinas de informática na arquitetura” e “em linha de disciplinas cujo principal assunto é BIM”. Apenas dois respondentes assinalaram a opção de “Disciplina de ensino a distância”.

Parte-se então para a análise das respostas dos docentes que indicaram a existência de BIM dentro da grade curricular do curso (Figura 10). Na pergunta seguinte, questionando os respondentes sobre há quanto tempo o ensino de BIM havia sido incorporado ao curso (Figura 15), as respostas dividiram-se bastante entre as alternativas apresentadas, indicando que, mesmo com mais de quinze anos de discussões consolidadas sobre BIM no meio acadêmico e profissional (PINHA, 2017), mais de 60% indicaram que seus cursos inseriram o BIM no currículo há menos de seis anos.

Na pergunta posterior, indagou-se sobre em qual semestre/ano estão disciplinas que tratem de BIM (Figura 16). Houve uma maior concentração de respostas no meio do curso (do 2º ao 4º ano), com poucas indicações para os semestres iniciais e finais.

Sobre a maneira que o BIM está incorporado ao curso (Figura 17), 24 dos 38 respondentes assinalaram que o BIM está incorporado junto às disciplinas de informática, e 17 indicaram que o tópico está incorporado em disciplinas cujo tema principal não é o BIM (havia a possibilidade de assinalar mais de uma opção nesta questão). Chama a atenção a baixa indicação de disciplinas cujo tema principal seja o BIM, com apenas 8 respostas, e a ausência do ensino de BIM através de disciplinas a distância. Podendo correlacionar essa ausência ao alto custo de equipamentos que suportem softwares BIM, conforme apontado por 3 resposta na questão N.4, sobre os motivos para a ausência do ensino de BIM na graduação.

Indagados na questão S.7 (Figura 18) sobre a possibilidade do ensino de BIM auxiliar a integração entre disciplinas de diferentes áreas na graduação de arquitetura e urbanismo, os respondentes quase formaram uma unanimidade, com 97,4% das respostas positivas à pergunta apresentada.

Em seguida, questionados sobre as principais competências BIM ensinadas aos alunos (Figura 19), houve o retorno de 38 respostas (de um total de 38 respondentes que seguiram essa linha de questões) indicando o ensino de “modelagem da edificação” como uma das competências. Após, com 13 respostas cada, foram selecionadas as opções “planejamento da execução / cronograma” e “colaboração / gerenciamento de projetos e obras”, junto de “desempenho da edificação / sustentabilidade” com 12 respostas.

Essas respostas possuem correlação direta com a questão apresentada em seguida, solicitando a seleção dos principais softwares utilizados no ensino de BIM (Figura 20), destacando-se softwares de modelagem como os três mais mencionados: Autodesk Revit (34 respostas), Graphisoft Archicad (13 respostas) e Trimble SketchUp (8 respostas). Já o Autodesk Navisworks, programa voltado para a coordenação e revisão de modelos, vem em seguida com seis respostas.

A combinação das duas últimas questões demonstra a concentração do ensino de BIM na modelagem das edificações, com o ensino de competências complementares e, conseqüentemente, de softwares além de modelagem relegado a um segundo plano. Esse cenário conflita com a percepção dos respondentes na questão S.7 do potencial do BIM para integração de diferentes disciplinas, já que uma menor capacitação dos alunos em softwares que não sejam de modelagem, dificulta que eles possam utilizar os conhecimentos em BIM para fora das disciplinas de projeto e informática.

4.2 ENTREVISTAS REALIZADAS

Após a aplicação do questionário online, seguiu-se para a execução das entrevistas estruturadas junto à docentes selecionados que responderam ao questionário online.

Para a seleção dos docentes, foi criado um critério de escolha baseado na geografia (localização do docente/instituição de ensino) e qualificação do curso. No primeiro critério, havia a intenção no início do mestrado, de realizar as entrevistas pessoalmente. Dessa maneira, foi estabelecido um raio de 100km a partir do centro de São Paulo, como maneira de torna a entrevista acessível geograficamente. Com o início da pandemia do COVID-19 no início de 2020, as tecnologias de comunicação remota tornaram-se ainda mais acessíveis, mas decidiu-se manter o critério geográfico conforme programado no início da pesquisa.

Para avaliar a qualificação do curso, utilizou-se o ranqueamento de três sistemas de classificação de cursos universitários: o ENADE (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes), Guia de Profissões da Abril e o RUF (Ranking Universitário da Folha de São Paulo). Para o ENADE, foi utilizado o exame de 2019, último a avaliar os cursos de arquitetura e urbanismo. Já o último Guia de Profissões

da Abril disponível era do ano 2017, enquanto o RUF 2019 era a última edição disponível na ocasião de levantamento desses dados.

Tabela 6 – Classificação ENADE 2019: Cursos de arquitetura e urbanismo do Estado de São Paulo com conceito 4 ou 5

Conceito 5	IFSP; UNICAMP; UNESP Presidente Prudente; UNESP Bauru.
Conceito 4	Escola da Cidade; Bráz Cubas, Mackenzie; UNIP Campinas; UNIP Santana do Parnaíba; São Judas Tadeu.

Obs.: Os cursos de arquitetura da USP, tanto em São Paulo quanto em São Carlos, não participam da avaliação do ENADE.

Fonte: BRASIL, 2019.

Tabela 7 – Guia das Profissões Abril 2017: Cursos do estado de São Paulo avaliados com 4 ou 5 estrelas

5 estrelas	UNICAMP; USP São Carlos; USP São Paulo.
4 estrelas	Belas Artes; Escola da Cidade; Mackenzie; UNESP Presidente Prudente; UNESP Bauru.

Fonte: GUIA DO ESTUDANTE, 2017.

Tabela 8 – RUF 2019: Cursos do estado de São Paulo ranqueados até a 50ª posição

1º	USP *	28º	UNESP *
6º	UNICAMP	31º	Anhembi Morumbi
7º	Mackenzie	33º	UNIP *
13º	Belas Artes	34º	São Judas Tadeu
21º	FAAP	44º	UNINOVE *
23º	PUC - Campinas		

OBS.: A avaliação do RUF inclui todos os cursos de arquitetura de uma mesma universidade em uma só avaliação (cursos marcados com asterisco).

Fonte: FOLHA DE SÃO PAULO, 2019.

Os cursos que apareceram em duas ou mais classificações e possuíam uma distância menor que 100 km do centro da cidade de São Paulo foram selecionados para uma listagem unificada, consolidada na tabela abaixo. A única exceção foram os cursos da UNIP, que apareceram em duas classificações, mas pelo fato de a UNIP ofertar o curso em mais de 15 campi pelo estado de São Paulo, avaliou-se que

a classificação do RUF para o curso seja muito abrangente e acabe não refletindo importantes diferenças que possam existir em diferentes localidades.

Tabela 9 – Cursos citados duas ou mais vezes nas classificações anteriores e dentro de um raio de 100km da cidade de São Paulo

Belas Artes	PUC Campinas	Mackenzie	USP São Paulo
Escola da Cidade	São Judas Tadeu	UNICAMP	

Fonte: O autor.

Em seguida, buscou-se o contato de professores das instituições acima entre os respondentes do questionário online, onde foi possível identificar ao menos um docente de cada curso selecionado. Das sete instituições, conseguimos o retorno de docentes de cinco delas, quando então prosseguimos para as entrevistas estruturadas que, por razão da pandemia de COVID-19, realizou-se através de vídeo conferência. Lista-se abaixo os docentes que participaram da entrevista, instituição e suas qualificações. O roteiro das entrevistas e a transcrição completa delas encontra-se nos Apêndices B e C respectivamente, ao final desta dissertação.

- Prof. Alexandre Panizza – PUCCamp
- Prof. Dr. Luiz Alberto Fresl Backheuser – Mackenzie
- Prof. Dr. Marcelo Eduardo Giacaglia – USP
- Prof. Omar Mohamad Dalank – Escola da Cidade
- Profa. Dra. Regina Coeli Ruschel – UNICAMP

4.2.1 PRINCIPAIS IDEIAS APRESENTADAS PELOS ENTREVISTADOS

Na primeira questão apresentada aos entrevistados, buscou-se identificar alguma visão particular dos docentes sobre o BIM e sua aplicação no ensino de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Giacaglia, docente da FAU USP, destaca a possibilidade e importância da aplicação do BIM em todo o ciclo de vida das edificações, desde a sua concepção preliminar até o planejamento e execução da sua demolição ou desmontagem com foco na reciclagem de seus componentes.

Dois professores chamaram a atenção para a complexidade do BIM e seus softwares, e como isso impacta no ensino de arquitetura. Panizza, docente da PUC Campinas apresentou o BIM como uma ferramenta muito poderosa, mas que exige um alto nível de conhecimento dos alunos com relação aos elementos construtivos reais e seus equivalentes digitais, sob o risco de o aluno ficar “preso” ao uso do *templates* que acompanham os softwares, sem ser capaz de alterar suas configurações conforme suas intenções e necessidades. Ele também cita a facilidade de produção de desenhos técnicos a partir do modelo, como cortes, sem que o aluno utilize a documentação gráfica com critérios claros⁸.

Já Dalank, professor da Escola da Cidade, explica que na sua instituição apresenta-se conceitos de BIM apenas após o primeiro e segundo ano, também pelos alunos ainda não terem o domínio dos elementos e técnicas construtivas que possibilitam a plena compreensão e uso dos softwares BIM.

A segunda questão apresentada visa observar a pertinência do ensino do BIM na graduação pela ótica dos entrevistados. Dois docentes abordam aspectos da digitalização do cotidiano a partir de pontos diferentes. Primeiramente, Panizza discorre sobre a evolução natural do meio de produção da arquitetura, atrelado à evolução dos ferramentais digitais disponíveis, que vêm evoluindo desde a adoção do CAD. Ele também relata o conflito existente entre professores mais experientes, de gerações anteriores e que ensinam a concepção arquitetônica à mão livre, e os

⁸ Nesta questão, o entrevistado entende que a produção de peças gráficas do projeto de arquitetura, como cortes por exemplo, deve ser realizada sob critérios específicos, que demonstrem relevância no projeto desenvolvido. A facilidade de extrair essa documentação com softwares BIM, acabaria levando o aluno a gerar a documentação sem esses critérios, apenas para atender as exigências de pranchas dos professores.

alunos atuais, já nascidos no meio de ferramentas digitais e querem utilizá-las em todas as etapas do processo de projeto.

Analisando outro aspecto da vida digital atual, Luiz Alberto Backheuser, docente da FAU Mackenzie, menciona a complexidade da produção arquitetônica contemporânea como uma grande motivação para ensino do BIM na graduação. Um maior acesso à grande quantidade de informações proporcionado pelos meios digitais, permitiu uma abertura à complexidade do mundo, não apenas no campo da arquitetura, e o BIM auxilia na manipulação desse grande volume de informações simultaneamente, por exemplo, com o aumento de especialidades complementares existentes hoje para o projeto das edificações.

Em seguida, perguntou-se aos docentes quais são os conceitos do BIM que chegam a ser ensinados nos seus cursos de graduação. Conforme esperado, todos os docentes mencionam a modelagem tridimensional para extração de documentação como um dos conceitos apresentados aos alunos de graduação. A resposta já era esperada pelo fato da modelagem tridimensional e extração de documentação do modelo ser o principal uso no nível 1 de maturidade BIM (SOUZA; MELHADO, 2014), sendo necessário seu domínio para adoção dos outros níveis. Além da modelagem, o docente da FAU USP explica que aspectos de colaboração, integração e gerenciamento de modelos são desenvolvidos dentro da disciplina de BIM.

Já no curso de arquitetura da UNICAMP, a profa. Regina Ruschel destaca a possibilidade de “estressar” o modelo após a sua concepção, explorando viabilidades projetuais por meio de simulações, mas que isso pode acontecer tanto dentro do programa tradicional das disciplinas, como também através de conhecimento adquirido de forma “marginal” pelo aluno, através de tutoriais indicados pelos docentes.

A quarta pergunta aborda de que maneira é inserido o ensino de BIM nos cursos de graduação, se através de disciplina exclusiva sobre o assunto ou dentro de disciplinas que abordem o uso de ferramentas digitais. Nessa questão tivemos um retorno bastante heterogêneo dos docentes, demonstrando a ausência de um padrão de ensino do BIM nos cursos abordados.

Os docentes da UNICAMP e FAU Mackenzie relataram que o ensino de BIM não está inserido de maneira formal na grade curricular do curso e acaba ocorrendo através de ações pontuais em algumas disciplinas. Backheuser menciona que na FAU Mackenzie existe uma disciplina que trata do ensino de *Autodesk Revit*, mas não chegando a ser efetivamente um ensino de BIM. Ele entende que o curso *“não deve se preocupar tanto em ensinar um programa específico e sim metodologias de apropriação desses recursos digitais, a fim de promover o que realmente interessa, que é o diálogo entre os envolvidos, a resolução da complexidade”*. Já Ruschel demonstra preocupação pelo fato do ensino de BIM estar fragilizado dentro do curso de arquitetura da UNICAMP, pelo fato de depender da vontade e competência de alguns professores e podendo se perder a qualquer momento.

Docentes de dois cursos indicaram que o ensino de BIM ocorre de forma mais tradicional, dentro de disciplinas que compõem as linhas de informática aplicada à arquitetura no curso. Panizza descreve a evolução de ensino de informática que ocorre no curso da PUC Campinas, com os alunos evoluindo gradativamente nas ferramentas digitais: primeiramente com o ensino de CAD e SketchUp (modelagem 3D), para apenas em um semestre seguinte introduzir a modelagem BIM. Giacaglia expõe a sequência de ensino na FAU USP, que começa com as disciplinas tradicionais de representação gráfica, como geometria descritiva até desenho arquitetônico, para então chegar na disciplina de computação gráfica, que apresenta o CAD ao alunos. O BIM é abordado em uma disciplina optativa, que possui a disciplina de CAD como pré-requisito.

Na Escola da Cidade, Dalank reporta que o ensino de BIM não fica restrito apenas no grupo de disciplinas de informática (chamado de “Meios Digitais”) devido à estrutura de organização do curso, que insere as aulas de “Meios Digitais” *“tanto de maneira transversal e longitudinal, indo do primeiro até o sexto ano na Escola”*. Esse ensino transversal ocorre de maneira mais evidente na atividade “Estúdio Vertical”, que une alunos de vários anos diferentes em torno de um único tema em cada semestre. Nessas atividades, os professores de “Meios Digitais” ficam disponíveis para assistência aos grupos e é quando ocorre a maior parte das discussões relacionadas ao BIM.

Em seguida no questionário, buscou-se identificar as principais maneiras que o BIM é ensinado aos graduandos em arquitetura e urbanismo, se apenas com aulas práticas ou também teóricas. Na Unicamp, destaca-se a aplicação prática da modelagem dos projetos e do seu uso para simulações. No entanto, Ruschel ressalta a dependência para o autodidatismo dos alunos que buscam aprofundar-se no domínio das ferramentas BIM.

Na FAU USP e Escola da Cidade, os respectivos docentes indicaram a preocupação com um embasamento teórico de BIM em conjunto com as aulas práticas de modelagem. Enquanto a FAU USP utiliza-se de leituras de textos programadas durante a disciplina optativa de BIM, a Escola da Cidade realiza palestras sobre BIM com todos os alunos do curso e aulas teóricas sobre o assunto antecedem as aulas práticas de software, com a intenção de demonstrar o que seria o “universo BIM” e como os programas se inserem nele.

Na questão seguinte, perguntou-se aos docentes se o ensino de BIM ocorre de maneira integrada a outras disciplinas e como ocorre essa integração.

Todos os docentes consultados afirmaram que, no momento não existe uma integração formal para o ensino de BIM junta a outras disciplinas na graduação,

com cada um deles apontando diferentes razões pela não integração e vantagens e possibilidades para a sua união com outras matérias.

No Mackenzie, Backhauser narra que muitos docentes não familiarizados com tecnologias atuais acreditam que projetar em BIM é simplesmente utilizar computadores e softwares 3D para arquitetura. Isso dificultaria o entendimento das vantagens do uso do BIM em disciplinas tradicionais, além de aumentar o descompasso entre a academia e mercado de trabalho nessa questão.

Na PUC Campinas, seu docente pondera sobre os estudos pedagógicos que investigam metodologias de ensino tradicionais e como estamos há mais de 200 anos utilizando a mesma forma de ensinar. Ele destaca que, historicamente, o ensino de arquitetura já possui um aspecto diferenciado, especialmente nas aulas de projeto de arquitetura, com atendimentos individualizados e desenvolvimento independente de cada aluno, e esse aspecto do curso poderia ser mais bem explorado para permitir o ensino interdisciplinar.

Giacaglia também relata que não existe a integração do ensino de BIM com outras disciplinas na FAU USP. Ele aponta a grande carga horária aplicada aos alunos no atual formato do curso como principal dificuldade para qualquer mudança. A carga horária excessiva ocorre junto aos docentes, que possuem responsabilidades além da sala de aula, como participação em congressos, produção de pesquisas e artigos e funções administrativas. Mas o docente também indica que a integração do conteúdo de maneira interdisciplinar pode acabar resultando em uma maior eficiência do ensino, acarretando uma redução dessa mesma carga horária.

Finalizando a entrevista estruturada, questionou-se aos docentes se o ensino e uso do BIM na graduação em arquitetura e urbanismo poderia ser uma ferramenta para estimular uma maior interdisciplinaridade no curso. A profa. Regina Ruschel declara que o BIM pode auxiliar na viabilização do ensino interdisciplinar,

mas que não chega a incitá-lo naturalmente, dependo muito mais do diálogo entre os docentes de diferentes disciplinas. No entanto, a docente aponta, que além do ensino interdisciplinar, o BIM possa proporcionar uma integração de graduações diferentes, como arquitetura e engenharia civil, onde alunos se uniriam para desenvolver projetos integrados, podendo avaliar as soluções propostas pelas diferentes partes, até chegarem em consenso num projeto compatibilizado entre eles e que atende os requisitos propostos pelas disciplinas.

Backhauser também expõe a dificuldade de diálogo entre colegas docentes para que haja maior integração entre diferentes disciplinas do curso, não pela má vontade deles, mas pela intenção de todo docente de trazer suas próprias questões e pesquisas para o curso. No entanto, aponta que o BIM pode ser sim uma ferramenta para agregar diferentes conteúdos pela sua característica de criar um ambiente comum de compartilhamento e integração de diferentes especialidades.

Pelo ponto de vista da tecnologia como barreira, Panizza aborda o aspecto do treinamento que seria necessário realizar com os docentes em BIM, para que as disciplinas pudessem ser integradas através dessa metodologia, e relata a sua experiência na PUC Campinas, quando a direção do curso o chamou para montar um curso de CAD para os próprios docentes. Houve pouca participação no curso e não houve algum resultado na prática. Por fim, bem como os docentes anteriormente citados, ele aponta a vontade dos docentes de lecionarem na sua área específica, a partir de sua experiência sobre o assunto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como objetivo realizar uma investigação sobre o conceito de interdisciplinaridade no ensino de Arquitetura e Urbanismo e o ensino de BIM na graduação do mesmo curso no Brasil, levantando características desses dois temas de análise e interrelacionando-os em questionários e entrevistas aplicados junto a docentes de Arquitetura e Urbanismo, em busca de verificar a viabilidade e incentivo para aplicação dos dois conceitos em conjunto.

A pesquisa demonstrou que desde a formação dos primeiros cursos de graduação autônomos de Arquitetura e Urbanismo, independentes das Escolas de Belas Artes e Politécnicas, discussões sobre a necessidade de uma formação generalista e a dicotomia entre teoria e prática, temas que abordam aspectos de interdisciplinaridade, já se faziam presentes na época. Mesmo estando previsto atualmente nas Diretrizes Curriculares Nacionais do curso, o ensino interdisciplinar de fato vem encontrando dificuldades de ser introduzido e aplicado na graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Como contraponto à essa discussão, que já percorre décadas, temos o surgimento de uma nova metodologia de projeto, resultado de profundas transformações trazidas pela revolução digital que vem impactando o mundo nos últimos 30 anos, e que nos últimos 15 anos fez surgir o BIM, com grandes alterações em todo ciclo de vida das edificações e levando mais um tópico sobre adequações necessárias ao ensino de Arquitetura e Urbanismo.

Em um primeiro momento, constata-se com naturalidade uma aproximação entre os dois tópicos, levando-se em conta o caráter interdisciplinar intrínseco ao BIM, como um ambiente comum às mais diversas disciplinas participantes da cadeia de projeto e construção de espaços edificados. Tal associação é refletida na resposta da questão S.7 do questionário online, onde 97,4% das respostas

indicaram a possibilidade do ensino de BIM auxiliar a integração entre disciplinas de diferentes áreas na graduação de Arquitetura e Urbanismo. No entanto, à luz dos tópicos levantados, observa-se um grande espectro de dificuldades e questões para aplicação dos dois temas, tanto em conjunto quanto em separado.

Iniciando pela inserção do ensino interdisciplinar na Arquitetura e Urbanismo, nota-se o cuidado para que tentativas de experiências interdisciplinares não acabem se mostrando, na realidade, multidisciplinares e terminem repetindo justamente o arranjo disciplinar que se busca suplantar, conforme citado por Pombo (1993) no segundo capítulo.

No mesmo capítulo observa-se esse cuidado na fala da profa. Helena Ayoub, demonstrando atenção para que a proposta interdisciplinar apresentada por ela tenha uma ampla abrangência e não seja limitada a uma combinação simples de conteúdo.

O estabelecimento de incentivos ao compartilhamento de experiências entre docentes pode auxiliar nessa questão e reverter a baixa participação dos professores de Arquitetura e Urbanismo no principal evento da área, conforme foi relatado ao final do segundo capítulo.

É importante salientar que o mesmo não ocorre quando tratamos da participação de docentes em eventos de ensino de BIM. Com quatro edições já realizadas, o ENEBIM está sendo realizado anualmente e mostra-se como um grande fórum para discentes e pesquisadores da área trocarem informações e experiências sobre o tema, refletindo a atenção que ele vem recebendo.

Esse grande interesse sobre BIM e o ensino dele na graduação de Arquitetura e Urbanismo também é constatado no questionário online desta pesquisa, na questão N.6 (apresentada apenas aos respondentes que declararam não existir ensino de BIM em seus cursos) sobre a importância de que o ensino de

BIM seja incorporado no curso, onde 100% dos respondentes indicaram achar importante que o ensino de BIM fosse incorporado aos seus cursos.

Ao mesmo tempo, apresentou-se durante essa dissertação o fato sobre o ensino de BIM não estar explicitamente determinado nas diretrizes curriculares vigentes, indicando apenas a necessidade de os cursos capacitarem seus alunos com conhecimento instrumental de informática aplicada à arquitetura e urbanismo. Entendemos que a inserção explícita do BIM nas diretrizes nacionais curriculares seja um ponto importante de discussão e reflexão, e que pode ser objeto de futuras pesquisas. Essa inserção pode acarretar um engessamento sobre os currículos do curso, devido à rapidez que mudanças tecnológicas ocorrem em contraposição à frequência que revisões das diretrizes curriculares ocorrem. Por outro lado, já existe todo um arcabouço legislativo sendo criado sobre o BIM, além de existir uma dificuldade de o mercado contratar profissionais que possuam capacitação em BIM. Também deve-se levar em conta o entendimento de que o BIM vá além de um mero instrumental de informática aplicado ao setor AEC.

O depoimento de Ruschel na entrevista estruturada desta pesquisa também reforça a necessidade de institucionalizar o ensino de BIM de alguma maneira, quando ela declara sua preocupação sobre como ensino de BIM mostra-se fragilizado dentro do curso de Arquitetura e Urbanismo na UNICAMP, por depender da vontade e competência de alguns professores. De qualquer forma, é importante que a inserção do BIM em cada curso e instituição siga seu contexto particular, considerando os objetivos definidos e recursos.

Uma maneira possível para inserção do BIM no currículo do curso seria através do seu uso para integração de diferentes disciplinas, conforme apresentado aos respondentes do questionário online e citado no início deste capítulo. Uma mudança nas estruturas curriculares atuais é necessária para aproveitar ao máximo todas as possibilidades oferecidas pelo BIM, principalmente

a realização de projetos de maneira colaborativa e com integração de conteúdo. Para que isso possa ocorrer, entende-se que esse trabalho traz alguns desafios que devam ser superados e que dependem de maiores investigações.

O primeiro ponto seria o estágio atual da integração de conteúdo BIM dentro de outras disciplinas na graduação. Nas entrevistas estruturadas junto aos docentes, todos afirmaram não haver uma integração formal do BIM junto a outras matérias, com cada um deles apontando diferentes razões pela não integração. Já no questionário online, verificou-se o alto foco do ensino de BIM em ferramentas de modelagem (questão S.8) em detrimento de outras capacidades de usos do BIM, como simulações de desempenho e análise de custos. Entende-se que uma oferta maior de ensino de ferramentas BIM além de modelagem pode ser um catalisador inicial para permitir a integração de conteúdos através do BIM, podendo esse pressuposto ser alvo de pesquisas futuras mais aprofundadas.

Outra dificuldade que se apresenta seria a respeito do treinamento e interesse dos docentes tanto sobre interdisciplinaridade quanto BIM. O ensino interdisciplinar envolve aspectos que vão além da justaposição de diferentes conteúdos disciplinares do curso, conforme relatado no capítulo 2 desta dissertação, necessitando de uma maior flexibilidade das disciplinas envolvidas e um extenso planejamento para ser posto em prática. A apresentação de conteúdos pedagógicos específicos pode ser necessária aos docentes que venham estar envolvidos dentro de práticas interdisciplinares como forma de aumentar a taxa de êxito e manutenção destas atividades.

Complementando a capacitação em ensino interdisciplinar, há também a necessidade de habilitar os professores de disciplinas que estão fora da área de informática aplicada a arquitetura sobre o BIM, pois se já existe uma falta de professores capacitados em BIM para o ensino normal no curso, conforme verificado no questionário na questão N.4, entende-se que a maioria dos docentes

de outras disciplinas também não tenham capacitação sobre o tema, dificultando o uso do BIM para a integração de conteúdo. Mesmo em situações que não haja previsão de ensino interdisciplinar, pode-se aproveitar o uso do BIM para aproximar a matéria ensinada na sala de aula a aplicações práticas, mais próximo do que ocorre no desenvolvimento de empreendimentos reais, não sendo necessário abandonar práticas tradicionais do ensino, mas buscando sua modernização e atendendo solicitações do mercado e dos alunos, aproximando teoria e prática.

Indica-se também, como possibilidade para estudos futuros, a ampliação da aproximação entre interdisciplinaridade e BIM para além do campo do ensino, incorporando abordagens em atividades de pesquisa e, principalmente, de extensão, como no estabelecimento de escritórios-modelo, que podem ser um espaço bastante propício para integração disciplinar colaborativa e prática em conjunto com uso do BIM.

Por fim, conclui-se que este trabalho atingiu seus objetivos, analisando possibilidades de correlação entre o ensino de BIM e o ensino interdisciplinar em Arquitetura e Urbanismo. Demostrou-se a proximidade entre os dois campos, sem ocultar as dificuldades inerentes aos processos necessários para que uma aplicação plena dos dois conceitos possa ocorrer. A possibilidade de abordar conceitos necessários ao BIM existe ao longo de todo o curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, podendo ser complementado com a instrução de ferramentas BIM em disciplinas que ofereçam abordagens práticas, criando um elo comum entre elas e formando um caminho inicial sobre o qual a prática interdisciplinar possa ser alcançada

REFERÊNCIAS

ABDIRAD, H.; DOSSICK, C. S. BIM Curriculum Design in Architecture, Engineering and Construction Education – A Systematic Review – Journal of Information Technology in Construction, v. 21 (2016), p. 250–271. 2016.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Mapeamento Maturidade BIM no Brasil. 2022. Disponível em <https://www.sienge.com.br/resultado-da-pesquisa-de-maturidade-bim-no-brasil/> Acesso em: 6 dez. 2022.

AISH, R. Building modelling: the key to integrated construction CAD. In: CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings. 1986. p. 7–9.

ALMEIDA, A. J. P. Implantação de software BIM em curso de arquitetura. Blucher Design Proceedings, v. 1, n. 8, p. 49–52, 2014.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. The Business of Architecture 2020. Washington, 2020.

ARTIGAS, J. B. V. Contribuição para o relatório sobre ensino de Arquitetura e Urbanismo, 1974. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCOLAS DE ARQUITETURA (ABEA). Sobre a história do ensino de arquitetura no Brasil. São Paulo: Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura, 1977.

ARTIGAS, J. B. V. Rumos para o ensino da arquitetura, 1956. IN: ARTIGAS, J. B. V. Caminhos da Arquitetura. São Paulo: Cosac Naify, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ARQUITETURA Anais: XXXVIII ENSEA / XX CONABEA: Inclusão, materialidade e presencialidade: o que (des)aprendemos com a pandemia? XXXVIII Encontro Nacional sobre Ensino de Arquitetura e Urbanismo, XXI Congresso da Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo. Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil, 18 a 20 de abril de 2022, Instituto Federal Fluminense; Campos dos Goytacazes: ABEA, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12006-2:2010. Construção de edificação – Organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2010.

BARISON, M. B. Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista. 2015. 387p. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, São Paulo, 2015.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. BIM Teaching Strategies: An Overview of the Current Approaches. IN: International Conference on Computing in Civil and Building Engineering – ICCCBE 2010. Proceedings... Nottingham, 2010.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v, 11 n. 1, p.103-120, 2016.

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. ISSN 1980-6809. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653989>. Acesso em: 6 dez. 2022.

BENEVOLO, L. História da arquitetura moderna. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 6, de 2 de fevereiro de 2006. *Diário Oficial da União*, Brasília, 4 fev. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/junho-2010-pdf/5649-rces06-06> Acesso em: 07 jan. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010. *Diário Oficial da União*, Brasília, 18 jun. 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/junho-2010-pdf/5651-rces002-10> Acesso em: 07 jan. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Parecer nº 255, de 2 de setembro de 2009. *Diário Oficial da União*, Brasília, 8 jun. 2009. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/pces255_09.pdf Acesso em: 07 jan. 2023.

BRASIL. Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro, 24 de fevereiro de 1891. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao91.htm Acesso em: 07 jan. 2023

BRASIL. Decreto Federal nº 23.569, de 11 de dezembro de 1933. Regula o exercício das profissões de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro, 15 dez. 1933. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23569.htm Acesso em: 07 jan. 2023

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, 23 ago. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm Acesso em: 5 jan. 2023.

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. Diário Oficial da União, Brasília, 3 abr. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm Acesso em: 5 jan. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional De Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Relatório de curso: Arquitetura e Urbanismo: Universidade Federal de Mato Grosso: Cuiabá – 44. Brasília: INEP, 2019.

BRASIL. Lei n. 14.133/2021, de 1 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União: seção 1: Edição extra, ano CLIX, n. 61-F, p. 1-26, 1 abr. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.133-de-1-de-abril-de-2021-311876884>. Acesso em: 11 dez. 2022.

BRASIL. Lei n. 9.394/1996, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm Acesso em: 11 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior. 2023. Disponível em <https://emec.mec.gov.br/> Acesso em: 04 fev. 2023

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 1.770, de 21 de dezembro de 1994. Diário Oficial da União, Brasília, 1994a.

BRASIL. Ministério da Economia. Edital Nº 3/2019: Termo de Colaboração para execução de ações para promover ganho de produtividade e competitividade do setor de Construção Civil. Brasília, 2019. Disponível em <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/licitacoes-e-contratos/doacoes/chamamentos-publicos/2019/construcao-civil/edital> Acesso em: 04 fev. 2023

BRASIL. Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação e do Desporto – CEAU. Ensino de Arquitetura e Urbanismo – Condições & Diretrizes. Brasília: CEAU, 1994b.

CANUTO, C. L. Modelo BIM e proposta de intervenção no Palácio Gustavo Capanema, Rio de Janeiro – RJ: pela preservação digital do patrimônio moderno. 2017. 175f. Dissertação (Mestrado profissional em projeto e patrimônio) – PROARQ,

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CARVALHO, R. S.; SAVIGNON, A. P. O professor de projeto de arquitetura na era digital: desafios e perspectivas. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 4-13, 2012. DOI: 10.4237/gtp.v6i2.215. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51007>. Acesso em: 27 jan. 2023.

CAVALCANTE, E. S. Repercussão da integração de conteúdos das disciplinas nos trabalhos finais de graduação do CAU-UFRN (2003 a 2010). Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Natal, 2014.

CELANI, G. ; MONTEIRO, A. M. G.; FRANCOJ. M. S.; CALIXTO, V. Integração de tecnologias CAD/CAE/CAM no ateliê de arquitetura: Uma aplicação no projeto de edifícios altos. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos. v.12 n.1 p29-52 Jan/Abr 2017. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v12i1.99222>

CHECCUCCI, E. Ensino-Aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto. 235 f. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) - Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

CHECCUCCI, E. S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, fev. 2019. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>>. Acesso em: 8 dez. 2022. doi:<https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653708>.

CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2014

CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no ensino de arquitetura. In: *Proceedings of the 17th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics*. 2013. p. 307-311.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. Primeira pesquisa nacional sobre digitalização na Arquitetura e Urbanismo. 2022 Disponível em: bit.ly/3K6fuAh Acesso em 30 nov. 2022

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. *Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2010.

CUNHA, E. G.; KALIL, R. M. L.; GELPI, A.; ROSSETTO, A. M.; VASCONCELOS, L. Interdisciplinaridade como Proposta de Ensino de Projeto de Arquitetura. PROJETAR 2005 – II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura, Rio de Janeiro, 2005.

CUPERSCHMID, A. R. M.; CASTRIOTTO, C. M. Teaching BIM modeling in the architecture course: using a Blended Learning Strategy. In: Proceedings of the 22th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics. 2018. p. 942–947.

DELATORRE, J. P. M.; SANTOS, E. T. Introdução de novas tecnologias: o caso do BIM em empresas de construção civil. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC 2014), Maceió, 2014.

DELATORRE, V.; MIOTTO, J.; PEREIRA, A. T. C. BIM: Relatos de aplicação no ensino de arquitetura. IN: SIGRADI 2015, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2015.

DISCO, C.; VAN DER MEULEN, B. Getting new technologies together: studies in making sociotechnical order. Walter de Gruyter, 1998.]

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman Editora, 2014.

EASTMAN, C. The use of computers instead of drawings in building design. AIA journal, v. 63, n. 3, p. 46–50, 1975.

ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM. Anais do 4º Encontro Nacional sobre Ensino de BIM. Porto Alegre: ANTAC, 2022. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/issue/view/21>. Acesso em: 12 fev. 2023.

ENGELBART, D. C. Augmenting human intellect: A conceptual framework. Menlo Park, CA, v. 21, 1962.

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FAUUSP). A FAU pensa a graduação. FAUUSP, São Paulo, 2000.

FARIAS SEGUNDO, M. B.; ROMANO, E. O computador e o ensino de projeto arquitetônico: revisando a questão nos seminários projetar. TEMA, Revista Eletrônica de Ciências. v.10, nº 15, 2010.

FICHER, S. Os arquitetos da Poli: ensino e profissão em São Paulo. Edusp, 2005.

FLORIO, W. Modelagem paramétrica no processo de projeto em arquitetura. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 1., 2009, São Paulo. Anais ... São Carlos, EESC–USP, 2009.

FOLHA DE SÃO PAULO. Ranking universitário Folha – RUF 2019. 2019. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/principal/> Acesso em: 22 jun. 2022.

GADOTTI, M. Interdisciplinaridade – atitude e método. Instituto Paulo Freire, Universidade de São Paulo. 1999.

GASPAR, J. A. M. O significado atribuído a BIM ao longo do tempo. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo: Campinas, SP, 2019.

GROAT, L. N.; WANG, D. Architectural research methods. John Wiley & Sons, 2013.

GUIA DO ESTUDANTE. Arquitetura e Urbanismo. 2017. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/profissoes/arquitetura-e-urbanismo/> Acesso em: 22 jun. 2022.

KURZWEIL, R.; GOLDBERGER, A. A singularidade está próxima: quando os humanos transcendem a biologia. Itaú Cultural, 2019.

LEAL, B. M. F.; SALGADO, M. S. Propostas de incorporação de BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019025, 25 jul. 2019. ISSN 1980-6809. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653676>:

MARTINS, D. D.; TERÇARIOL, A. A. L. A busca da interdisciplinaridade nas disciplinas de projeto arquitetônico no curso de graduação em arquitetura e urbanismo. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara/SP, v.11, n.3, p.1352-1371, 2016. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.21723/riaee.v11.n3.7548>>. E-ISSN: 1982-5587.

MARTINS, M. C. J. .; SILVA, N. A. B. .; TEIXEIRA, E. K. C. . Challenges of BIM implementation in micro-sized firms from AEC. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e27811225737, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.25737. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25737>. Acesso em: 4 jan. 2023.

MENEZES, G. L. B. B. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 18, n. 22, p. 152-152, 2011.

MOORE, G. E. Cramming more components onto integrated circuits. Electronics Magazine, Volume 38, Número 8, 1965.

MOTTA, F. L. Subsídios para o relatório sobre ensino de arquitetura UIA – UNESCO 1974. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCOLAS DE ARQUITETURA (ABEA). Sobre a história do ensino de arquitetura no Brasil, 1977.

NARDELLI, E. S.; TONSO, L. G. BIM–Barreiras institucionais para a sua implantação no Brasil. *Blucher Design Proceedings*, v. 1, n. 8, p. 408–411, 2014.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. National building information modeling standard, version 1, Part 1: Overview, principles, and methodologies, 2007.

OLIVEIRA, C. A. P.; PERPÉTUO, M. O. O ensino de projeto na primeira escola de arquitetura do Brasil. *Projetar 2005 – II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura*, 2005.

PENTTILÄ, H. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, v. 11, n. 29, p. 395–408, 2006.

PEREIRA FILHO, Z. R.; BARRETO, A. J. C. I. BIM como interface colaborativa no curso de Arquitetura e Urbanismo do IFF. *Revista Internacional de Ciências*, v. 8, n. 1, p. 99–114, 2018.

PINHA, A. P. Integração entre BIM e BPS: desafios na avaliação de desempenho ambiental na era do projeto e processos digitais. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

PIRES, M. F. C. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino. *Interface–Comunicação, Saúde, Educação*, v. 2, p. 173–182, 1998.

POMBO, O. A interdisciplinaridade como problema epistemológico e exigência curricular. *Revista Inovação*, v. 6, n. 2, p. 173–180, 1993.

POMBO, O.; GUIMARÃES, H.; LEVY, T. Interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. _____. *A interdisciplinaridade: reflexão e experiência*, v. 2, p. 8–14, 1993.

RUSCHEL, R. C. .; FERREIRA, S. L. Rede de Células BIM ANTAC. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 4., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–1. DOI: 10.46421/enebim.v4i00.1952. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/1952>. Acesso em: 26 jan. 2023.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? *Ambiente construído*, v. 13, p. 151–165, 2013.

SANTOS JÚNIOR, W. R. A ABEA e a conquista das Diretrizes Curriculares nacionais para os cursos de Arquitetura e Urbanismo em 1994: uma inflexão inovadora no ensino de Arquitetura e Urbanismo no Brasil (1985–1994/95). In: MONTEIRO, A. M. R. G.; MARAGNO, G. V.; SANTOS JUNIOR, W. R.; GUTIERREZ, E. J. B. A construção

de um novo olhar sobre o ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil: os 40 anos da Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo. Brasília: ABEA, 2013.

SILVA, E. Sobre a renovação do conceito de projeto arquitetônico e sua didática. COMAS, C. E. (org.). Projeto Arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1986.

SILVEIRA, J. K.; HOLLEBEN, E.; KEHL, C. Ensino de BIM em curso de Arquitetura e Urbanismo: uma análise comparativa sobre percepções de demanda. XVIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, p. 1-8, 2020.

SOUZA, F.; MELHADO, S. Experiências sobre a implementação do conceito de modelagem da informação da construção no Reino Unido. XV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2014.

STEMBER, M. Advancing the social sciences through the interdisciplinary enterprise. *Social Science Journal*, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 1, 1991. DOI 10.1016/0362-3319(91)90040-B. Disponível em: <https://search-ebscobhost-com.ez67.periodicos.capes.gov.br/login.aspx?direct=true&db=sih&AN=9608282252&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 9 fev. 2023.

STRICKLAND, C. A Arte Comentada: da pré-história à ao pós-moderno. 14.ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction*, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

SUCCAR, B. Building information modelling maturity matrix. In: *Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies*. IGI Global, 2010. Disponível em: <http://bit.ly/BIMPaperA3> Acesso em: 26 jan. 2023.

TEIXEIRA, K. A. Ensino de projeto: integração de conteúdos. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Revista brasileira de educação*, v. 13, p. 545-554, 2008.

UNIÃO INTERNACIONAL DE ARQUITETOS - UNESCO. Relatório sobre o ensino de arquitetura no Brasil, 1974. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCOLAS DE ARQUITETURA. Sobre a história do ensino de arquitetura no Brasil, São Paulo, 1977.

VALENTE, J. A. O computador na sociedade do conhecimento - Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999. 156p.

ZANETTINI, S. O ensino de projeto na área de edificação. São Paulo: FAUUSP, 1980.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ONLINE APLICADO

AOS DOCENTES

Pesquisa sobre ensino de BIM na graduação de Arquitetura e Urbanismo no Brasil

Este questionário é parte de uma dissertação de mestrado intitulada "Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil", desenvolvida pelo mestrando Felipe Freire Antonoff, sob orientação do Prof. Dr. Norberto Corrêa da Silva Moura, dentro do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil.

O questionário é direcionado para professores, coordenadores e diretores de cursos graduação em Arquitetura e Urbanismo no Brasil.

Convidamos a contribuir com esta pesquisa de maneira voluntária e desde já agradecemos a sua colaboração.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Felipe Freire Antonoff – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (coordenador)

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da Universidade de São Paulo (USP) – nº do CAAE: 25700919.9.0000.5390

Você, professor de graduação em Arquitetura e Urbanismo, está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento visa assegurar os direitos e deveres como participante.

Por favor, leia com atenção, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

Contamos com a sua colaboração para participar do estudo "Pesquisa Sobre Ensino de BIM na Graduação de Arquitetura e Urbanismo no Brasil", que tem como objetivo analisar a situação atual do ensino de BIM para verificar oportunidades de interdisciplinaridade nos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo do Brasil.

Participantes:

Os participantes desta pesquisa professores, coordenadores e diretores de cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Procedimentos:

Ao participar deste estudo, você está sendo convidado a preencher um questionário online que avalia a situação atual do ensino de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura

e Urbanismo do Brasil. A estimativa de tempo necessária para respondê-lo é de aproximadamente 10 (dez) minutos.

Riscos:

Os riscos de participação nesta pesquisa são mínimos, sendo o caso de alguma pergunta causar algum desconforto, evocar sentimentos ou lembranças desagradáveis ou levar à algum nível de cansaço ao responder o questionário, o entrevistado poderá optar pela suspensão imediata do mesmo.

Benefícios:

A participação nesta pesquisa não trará nenhum benefício direto, mas esperamos que este estudo traga informações importantes sobre as questões relativas ao ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação em Arquitetura e Urbanismo de forma que possa contribuir para a melhor formação de futuros profissionais da área.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que a sua identidade será mantida em sigilo e os dados da pesquisa poderão ser utilizados apenas pela equipe de pesquisadores, para fins de avaliação do clima escolar, produções acadêmicas e de validação do instrumento. Na divulgação dos resultados deste estudo, o nome de nenhuma pessoa participante será citado.

Ressarcimento:

A participação na pesquisa é voluntária. Não haverá ressarcimento de qualquer tipo de despesa, já que com a participação na pesquisa não há gasto. Além disso, é importante esclarecer que não haverá prejuízos para quem se recusar a participar.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com o coordenador do projeto Felipe Freire Antonoff por meio do e-mail: felipe.antonoff@usp.br, pelo telefone (11) 99745-8548 ou endereço: Rua Gilberto Sabino, 65 ap 64 – Pinheiros – São Paulo – SP – CEP 05425-020.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação no estudo, você pode entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da Universidade de São Paulo (USP) – Telefone: (11) 3091-1046 – e-mail: cep-each@usp.br

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Felipe Freire Antonoff (pesquisador)

Seção 1 – Pesquisa sobre ensino de BIM na graduação de Arquitetura e Urbanismo no Brasil

Nome do respondente: _____

Endereço de correio eletrônico: _____

Nome da faculdade / universidade: _____

Sigla da faculdade / universidade: _____

Caso o respondente trabalhe em mais de uma Instituição de Ensino Superior (IES), por favor responder a pesquisa considerando apenas uma delas. Agradeço, se for possível, retornar para responder essa pesquisa mais uma vez para cada instituição.

A faculdade / universidade é uma instituição:

- Particular / Privada
- Pública
- Outro: _____

Cidade: _____

Estado: _____

Autoriza que o pesquisador entre em contato para solucionar eventuais dúvidas?

- Sim
- Não

Deseja receber o resultado dessa pesquisa quando ela for finalizada?

- Sim
- Não

Seção 2 – Ensino de BIM no curso

Na graduação de Arquitetura e Urbanismo de sua instituição, o BIM faz parte do conteúdo curricular do curso?

- Sim (Segue para seção 4)
- Não (segue para seção 3)

Seção 3 – Ausência do ensino de BIM na estrutura curricular

Por qual motivo não é previsto o ensino de BIM no curso?

- Falta de professores capacitados
- Não há demanda dos alunos
- Não há demanda do mercado

- Alto custo de aquisição de hardware e software
- Falta de espaço na grade curricular do curso
- O Plano Pedagógico de Curso (PPC) não prevê o conteúdo
- Falta de material de apoio
- O conteúdo não é relevante para graduação em Arquitetura e Urbanismo
- Incerteza sobre a continuidade de uso do BIM pelo mercado no futuro
- Outros: _____

Existe previsão para que o ensino de BIM seja adotado na estrutura curricular do curso?

- Sim, dentro dos próximos dois semestres letivos.
- Sim, entre os próximos dois a quatro semestres letivos.
- Sim, há previsão, mas ainda sem definição de data.
- Não há previsão.

Você acha importante que o BIM seja incorporado no curso?

- Sim
- Não

Como você considera que o ensino de BIM deva ser incorporado ao curso?

- Conteúdo incorporado em disciplinas cujo assunto principal não é BIM
- Em linha de disciplinas de informática na arquitetura
- Em uma linha de disciplinas cujo principal assunto é BIM
- Disciplina de ensino a distância
- Outros: _____

Seção 4 – Características sobre o ensino de BIM no curso

Há quanto tempo o ensino de BIM foi adotado na IES (Instituição de Ensino Superior)?

- Menos de um ano
- Entre um e dois anos
- Entre dois e quatro anos

- Entre quatro e seis anos
- Há mais de seis anos
- Não sei

Em quais semestres/anos existe disciplina que trate sobre BIM?

- 1º Semestre e/ou 2º Semestre - 1º ano
- 3º Semestre e/ou 4º Semestre - 2º ano
- 5º Semestre e/ou 6º Semestre - 3º ano
- 7º Semestre e/ou 8º Semestre - 4º ano
- 9º Semestre e/ou 10º Semestre - 5º ano

Considerando a estrutura curricular do curso, o ensino de BIM está incorporado de qual maneira?

- Conteúdo incorporado em disciplinas cujo assunto principal não é BIM
- Em linha de disciplinas de informática na arquitetura
- Em uma linha de disciplinas cujo principal assunto é BIM
- Disciplina de ensino a distância
- Outros: _____

A metodologia de trabalho em BIM traz como uma de suas principais características a colaboração antecipada e facilitada entre múltiplas disciplinas de projeto. Considerando essa ideia, você acredita que o ensino de BIM possa auxiliar na integração de diferentes disciplinas nos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo (Projeto de Arquitetura e Conforto Ambiental, por exemplo)?

- Sim
- Não

Quais são as principais competências BIM tratados no curso?

- Modelagem da edificação
- Planejamento da execução / Cronograma
- Análise de custos
- Desempenho da edificação / Sustentabilidade

- Pré fabricação / Fabricação digital
- Colaboração / Gerenciamento de projetos e obra
- Verificação de conformidade normativa (*code checking*)
- Interoperabilidade (IFC)
- Outros: _____

Principais softwares utilizados no ensino de BIM?

- Autodesk Revit
- Graphisoft Archicad
- Nemetschek Vectorworks
- Bentley Aecosim
- Trimble SketchUp
- Autodesk Navisworks
- Solibri
- Trimble Connect / Tekla BIMsight
- Vico Office
- Synchro
- DesignBuilder
- Outros: _____

APÊNDICE B – QUESTÕES DA ENTREVISTA ESTRUTURADA

- Nome do respondente:
- Nome da faculdade / universidade:
- Qual é a sua concepção do que é BIM e como acredita que ele se encaixa no ensino de arquitetura e urbanismo?
- Qual é a motivação para ensinar BIM na graduação de arquitetura e urbanismo?
- Dentro de todos os conceitos que compõe o BIM, quais são ensinados no curso de graduação?
- Qual abordagem é adotada para educação em BIM? Existe uma linha de disciplinas que trate apenas do assunto, ou é tratado dentro outras linhas de disciplinas (como informática ou tecnologia da construção)?
- Quais são os métodos utilizados no ensino BIM? Aula práticas e/ou teóricas?
- Existe a integração do BIM junto a outras disciplinas? Se sim, como essa integração ocorre? Caso negativo, acredita que essa integração possa ocorrer?
- O ensino e uso do BIM na graduação pode ser uma ferramenta para estimular uma maior interdisciplinaridade no curso de arquitetura e urbanismo?

APÊNDICE C – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

Prof. Alexandre De Castro Panizza

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Qual é a sua concepção do que é BIM e como acredita que ele se encaixa no ensino de arquitetura e urbanismo?

Eu sou da geração anterior ao BIM. Comecei na época do CAD, na verdade o meu TFG (Trabalho Final de Graduação) foi o segundo que usou informática na PUC, em 1985. Eu trabalhava com um Apple 2 com 48k de memória RAM. Minha abordagem do BIM passou em alguns momentos diferenciados, na PUC começamos um pouco tarde nisso, e eu coloco o BIM na disciplina que estou nos últimos dois anos e esse ano aqui eu implantei um pouco mais.

Entendo que BIM é uma ferramenta muito poderosa, do ponto de vista profissional, sem dúvida nenhuma ele é um super avanço, eu nem vou colocar isso em questão. Em sua essência, pode-se dizer que CAD é uma ferramenta de desenho, e o BIM é uma ferramenta de construção, basicamente essa diferença que é total, ela transforma duas ferramentas a princípio parecidas em coisas completamente diferentes um do outro. Você trabalha com elementos, você modela uma construção a partir dos elementos construtivos e não a partir do desenho e da observação de como eles são.

Para sua aplicação no ensino, eu acho que tanto era na época do CAD, como é na época do BIM, as disciplinas de projeto precisariam criar uma estrutura de conhecimento de informação que tivesse uma relação direta com os elementos construtivos que o BIM fornece numa sequência didática que você possa colocar para os alunos de uma forma compreensível, que eles não tenham essa inércia de

sair usando aquilo que está pronto sem saber o que aquilo significa, que é o grande problema que eu acho do BIM no ensino de arquitetura no início do curso.

Por exemplo, o aluno utiliza uma escada dentro do programa, pois ela está pronta, toda configurada. Por que ele vai ter o trabalho de configurar outra? Dessa maneira, aquele parapeito, aquele guarda corpo padrão do Revit, acaba aparecendo nos projetos de todos os alunos. Eles utilizam a ferramenta, sem a preocupação em saber se aquilo é bom ou se é ruim, se é certo ou errado, se é bonito ou se é feio.

Coisas desse tipo que a gente vê acontecer, uma profusão de desenhos. O projeto aparece com 10 cortes diferente e o aluno não sabe o que significa nada deles. Isso é um aspecto que creio ser muito complicado de ser resolvido no ensino.

Qual é a motivação para ensinar BIM na graduação de arquitetura e urbanismo?

A motivação, na verdade, é a evolução inevitável da produção da arquitetura. Passei pelo avanço de CAD nas disciplinas da arquitetura, sofri preconceito, não era muito fácil ser abordado. No final da década de 90 e começo dos anos 2000, os professores de projeto não me deixavam passar nem na porta da disciplina deles. "Vai ensinar CAD para nossos alunos, vão ficar copiando e colando um monte de coisa". Da mesma maneira que ocorre hoje com BIM, acontecia no CAD. O aluno entrava na internet, achava um banheiro lá e utilizava o banheiro daquele jeito no projeto, sem refletir a respeito, se era bom ou se era ruim. As bibliotecas de blocos, utilizavam uma árvore pequena cheia de florzinha e coloca em desenho escala 1:200, imprime e fica uma bola preta.

Até o momento que eu fui chamado pelo falecido professor Ricardo Badaró, que era o diretor da faculdade de arquitetura e dava aula de projeto no terceiro

ano. Ele chegou para mim e falou: “Você precisa ajudar que não estamos mais conseguindo resolver esse problema, os alunos vêm para usar CAD e a gente não sabe como fazer esse tipo de orientação, mas a gente precisa achar um caminho que equilibra essas forças”. Assim eu fui para a disciplina de projetos, foi a minha primeira experiência numa disciplina de projeto na PUC de Campinas, porque, até então, eu dava aula de desenho.

E o BIM segue de maneira similar. A PUC possui um plantel de professores experientes, muitos com mais de 70 anos de idade, e independente da capacidade arquitetônica e de ensino do professor, eles não têm o hábito de usar a informática como ferramenta de raciocínio do projeto. Existe essa resistência de achar que não dá, de realizar a concepção arquitetônica apenas a mão livre. Tudo bem, compreendo essa posição, só que com a juventude de hoje isso já não funciona mais. E dá para você raciocinar o processo de concepção, trabalhar na concepção do projeto, usando as ferramentas digitais, principalmente as tridimensionais que permitem uma visualização muito melhor.

Para auxiliar, quando havia essa abertura, comecei a dar algumas sugestões de como fazer a abordagem do AutoCAD na disciplina de projeto, então, por exemplo, não deixar usar biblioteca pronta, não deixar usar hachuras, o pessoal enche de hachura porque acha que hachura é desenho, tomar um pouco de cuidado com os símbolos. Eu comecei a fornecer *template*, aquelas configurações e tudo mais fazer para o pessoal utilizar.

No caso do BIM, teria que acontecer a mesma coisa, precisa montar um *template*, com um projeto bem simples e ir gradativamente fazendo o pessoal perceber como é que é. Temos que achar esses caminhos, pois os jovens de hoje em dia chegam na faculdade sem saber desenhar absolutamente nada, geometria nunca tiveram na vida E para nós, arquitetos, essa estrutura do desenho, ela é muito importante, e aí as disciplinas de desenho a mão livre também precisam ser

ministradas, então é necessário encontramos um meio termo para poder trabalhar em paralelo, fazer uma coisa e outra simultaneamente.

Dentro de todos os conceitos que compõe o BIM, quais são ensinados no curso de graduação?

Questões como planejamento de obra, orçamento e tudo mais, isso aí não temos na PUC, nenhuma disciplina chegou nisso, e apenas no TCC alguns conseguem colocar alguma coisa no seu trabalho. Então se analisarmos bem, é um problema do projeto pedagógico do curso, o fato de não conseguirmos fazer pleno uso de uma ferramenta como essa.

A disciplina que trabalha com informática aplicada, que agora se chama "Projeto de Arquitetura Assistido por Computador", tem A e B, ocorre apenas durante no segundo ano. Anteriormente era no segundo e no quarto ano, então teoricamente durante o quarto ano, poderíamos realizar uma abordagem mais profunda.

Mas o que acabava ocorrendo após a disciplina no segundo ano, é que o terceiro ano alguns dos alunos acabavam se aprofundando bastante nas ferramentas ensinada e ficavam muito bons nelas, enquanto outros não avançavam no assunto e muitas vezes voltavam para o quarto ano zerado. Isso dificulta bastante o ensino porque você não tem uniformidade para dar um conteúdo único, você tem que trabalhar de maneira quase individual junto aos alunos.

Em outras disciplinas, como Conforto Ambiental, também não se avança nos ensinamentos desses conceitos em BIM. Os docentes dessas disciplinas possuem bastante experiência no assunto, mas assim creio que nunca utilizaram o Revit ou BIM. Eles possuem os programas próprios que calculam e simulam questões de térmica e acústica, sem qualquer inserção dentro do BIM.

Entendo isso até como uma qualidade no ensino, que é ter uma estabilidade na disciplina e a pessoa que chega geralmente entra em um esquema que já está consolidado, assim não tem grandes mudanças na disciplina, nada muito brusco. Mas por outro lado você tem mais dificuldade dos jovens chegarem lá e propor algum tipo de mudança que seja mais radical porque ele tem que convencer o docente que é mais velho, que talvez até tenha sido professor dele. Então as mudanças acabam acontecendo de maneira mais devagar mesmo.

Qual abordagem é adotada para educação em BIM? Existe uma linha de disciplinas que trate apenas do assunto, ou ele é tratado dentro outras linhas de disciplinas (como informática ou tecnologia da construção)?

Na PUC acabamos não tendo uma linha muito clara com sequência de disciplinas. Era para termos revisado o projeto pedagógico da faculdade de arquitetura da PUC nesse ano (2021), e só não foi por causa da pandemia. Lá trabalhamos mais em blocos de disciplinas. Buscou-se uma verticalidade em alguns momentos, mas nunca surgiu assim uma coisa muito contínua.

Então o BIM acaba sendo tratado só na disciplina de informática, eventualmente em algumas disciplinas de projeto temos alguma abordagem, mas acaba sendo muito vinculado com uma habilidade específica de um professor que atende o aluno e que tem interesse de desenvolver aquilo durante o trabalho. Ou seja, muito mais em função do interesse pessoal do aluno, do que de uma linha de ensino da própria instituição.

Para falar a verdade, eu não sei se isso não é mais moderno do que era antigamente, mas temos percebido que uma das evoluções do ensino, não só do ensino, mas de tudo nesse mundo, onde todos querem ter o seu caminho personalizado. Então, por exemplo, no segundo semestre da disciplina de projetos

por computador, fornecemos um exercício bem básico mesmo, de desenho de CAD e de SketchUp, que é uma residência bem simples, onde deixamos claro que aquilo não é um projeto em si, apenas um exercício de CAD.

No segundo semestre, realizamos novamente o exercício, com o mesmo projeto que eles fizeram no CAD, só que agora em BIM no primeiro mês, de maneira individual. Depois os alunos se juntam em equipes de dois, três e quatro, pois precisamos cumprir a carga horária de 3 horas aulas semanais, que não é muito. A partir daí eles podem usar o BIM, SketchUp ou AutoCAD, o que preferirem. Cada grupo tem um terreno diferente, onde eles irão manuseá-lo, ajustar declividade, curvas de níveis no CAD, ajustar no SketchUp ou Revit, implantar um conjunto dessas mesmas casas, e definir como realizarão a apresentação. Por exemplo, apresentar tudo no Revit, ou fazer renderização realista, animações, apresentar em formato de folheto de venda, desenho técnico, prancha de apresentação de projeto, entre outras opções. Assim cada equipe vai para uma direção diferente em função do interesse de cada um. Eles gostam muito, é bem livre e o atendimento tem que ser muito objetivo porque não tem muito tempo.

Na minha opinião, precisamos prepará-los para o mercado de trabalho que demanda todas essas variações mesmo, pois tem escritório de arquitetura que utiliza CAD ainda e não vai trocar tão cedo, porque já está estruturado dessa maneira e não tem demanda para que seja diferente.

Quais são os métodos utilizados no ensino BIM? Aula práticas e/ou teóricas?

Tem algumas disciplinas, como nas de projeto, que a parte teórica depende um pouco do tipo de projeto. Por exemplo, atualmente na disciplina de projeto que participo do terceiro ano, tratamos de projeto de escola. Apresentamos aos alunos

um programa pronto, em conjunto com algumas aulas teóricas. Mas no caso de ensino de CAD e de BIM, temos um conteúdo teórico que é bem importante no começo, as primeiras aulas são muito pesadas.

O curso da PUC tem uma carga horária alta considerando os padrões mais recentes que estão tornando os cursos mais curtos, e creio ser necessário que haja certa versatilidade atrelada ao próprio processo evolutivo dos alunos, todos vão se moldando e os professores vão se mudando em função das necessidades que vão aparecendo. Hoje eles chamam isso de PBL (Project Based Learning), que basicamente é a aula de projeto de arquitetura, onde você dá o problema e vai tutoreando, tem a sala de aula invertida, que seminário, onde o pessoal se levanta, vai lá e faz a exposição do assunto, e depois discute ele. Tem os trabalhos em equipe que eles chamam de "*peer instruction*", que você aprende com seus pares, que utilizamos nas aulas de CAD, onde pegamos um projeto e fazemos as medidas em função do número de matrícula do aluno. Dessa maneira temos uma pequena variação, o projeto é igual para todo mundo, mas cada um faz o seu com pequenas variações.

Tenho vídeo aula no YouTube desde 2008 que eu acabei fazendo justamente para essa disciplina. E como já faço há bastante tempo, quando entrou a pandemia, tive menos dificuldade de adaptação pois já estava utilizando esse método a distância e a adaptação foi mais fácil.

Existe a integração do BIM junto a outras disciplinas? Se sim, como essa integração ocorre? Caso negativo, acredita que essa integração possa ocorrer?

Não existe oficialmente, ela existe mais em função de interesse de alguns alunos, então acaba sendo personalizado. Por exemplo, temos no terceiro ano algumas alunas na disciplina de projeto que estão desenvolvendo o projeto no

Revit. Mas foi a partir de uma iniciativa delas mesmas, pois estão usando o programa no estágio.

Acho que esse aspecto de você encontrar a vocação do aluno, do estudante hoje em dia, isso é muito valioso para o futuro. Acredito que o ensino está dando essa guinada, com mudanças nas configurações das salas de aula. Qualquer artigo que você veja ou palestra que trate de ensino, cita como as salas de aula de hoje em dia ainda são as mesmas salas de aula de 200 anos atrás, e é verdade. Nós da faculdade de arquitetura acabamos até saindo um pouco disso, porque temos projetos com temas diferentes, cada aluno avança de sua maneira e realiza atendimentos pessoais com o professor. Isso exige uma carga horária alta, pois você não consegue fazer isso num curso que você dá 2 horas aula para uma turma aprender projeto.

Assim acredito que se deve seguir nessa direção mesmo, com essa amplitude de temas e de focos de interesse, e precisamos nos ajustar para acomodar as vocações diferentes num curso só. Se você for pensar apenas em informática aplicada à arquitetura, o que o arquiteto hoje em dia tem que saber de ferramentas informatizadas, podemos entrar em vários nichos e a lista fica interminável. Por exemplo com GIS, é muito difícil e se você não souber usar ou não tiver o foco nessa atividade, você acaba não conseguindo aprender. Então eu acho que o BIM tem um pouco disso, você pode usar até que ponto que gosta, por exemplo, de interiores.

Dessa maneira, na minha opinião o BIM tem que ser incorporado sim, mas acho que precisaria ser nas disciplinas que ensinam desenho na verdade, pois tem essa coisa da geometria que precisa ser abordada, eu acho que é preciso um terceiro momento. Então assim, você tem a geometria bidimensional que é plana, você tem que dar um pouco de informação, você tem a geometria tridimensional que são os volumes, e esse terceiro momento, qual dessas geometrias

tridimensionais se transformam elementos construídos que o BIM vai usar, na verdade ele usa tudo, tem a 2D, tem a 3D, que tem modelagem também e depois você tem essa transformação do modelo e aí, precisa ter essa sequência didática colocada dessa maneira para as disciplinas de projeto colocar nessa ordem aí.

O ensino e uso do BIM na graduação pode ser uma ferramenta para estimular uma maior interdisciplinaridade no curso de arquitetura e urbanismo?

Sim, ele pode, na verdade, pode como o próprio CAD também já poderia, mas é que se isso mesmo acontece ou não, depende mesmo da estrutura de informação. Então você precisaria fazer um treinamento dos professores preparativo para essa circunstância.

Quando o MEC introduziu a obrigação da disciplina de informática aplicada no curso de arquitetura, resolveram me chamar e eu comecei a montar o conteúdo e eles resolveram fazer uma coisa que hoje em dia praticamente impossível: me chamaram para dar aula para os professores. Então, alguns professores se inscreveram, foram poucos, outros não queriam nem ver aquela coisa, mas para aqueles que se inscreveram na disciplina, eu dei 6 meses de aula de CAD para eles, o básico mesmo do 2D. E assim aquilo fez alguma diferença? Nenhuma. Ninguém deu bola para aquilo e acabou não dando certo. Então essa questão do engajamento mesmo, precisa ser na cobrança a partir da direção e tudo mais. Mas não é fácil, porque do mesmo jeito que os alunos querem uma atividade personalizada, os professores também querem. Cada um quer dar aula na sua área e a partir da sua visão sobre o assunto.

E temos que admitir, trabalhar com BIM é difícil, não é fácil, é complicado, tem um monte de conceitos, e tem um aspecto que eu acho que volta para o começo da história: ele exige conhecimento de construção, coisa que um aluno do

começo do curso não tem. Então como você vai colocar esse aspecto, que eu falei que é didático, princípios construtivos básicos no início de curso para que o aluno vá usando o BIM gradativamente sem sair clicando em um monte de coisa, pegando coisa pronta e usando sem critério.

Essa necessidade de versatilidade do ensino, eu acho que é o grande desafio hoje em dia, conseguir dar espaço para todo mundo. Não sei se as disciplinas podem ser mais eletivas, o ensino está indo um pouco nessa direção também, com atividades complementares. No exterior alguns cursos são assim também, você escolhe um monte de disciplinas, e no fim, você tem que fazer um TCC para conseguir aprovação, seja lá qual a área que você escolheu para atuar.

Prof. Dr. Luiz Alberto Backheuser

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana
Mackenzie

Qual é a sua concepção do que é BIM e como acredita que ele se encaixa no ensino de arquitetura e urbanismo?

Eu acho que o BIM é essencialmente uma ferramenta de diálogo, usando um termo comum na bibliografia do BIM para valorizar a sinergia dos agentes envolvidos no processo de projeto. A gente tem que considerar que os projetos são cada vez mais complexos. Primeiro porque o conhecimento está cada vez mais subdividido, cada vez mais projetos complementares.

Eu tenho um caso concreto disso que é o SESC Guarulhos: eu fui coordenador do projeto pré-executivo, de autoria do arquiteto Renato Dal Pian e eram mais de 30 projetos complementares. Uma vez eu perguntei para o professor Nelson Dupré, que foi coordenador do Sesc Santos nos anos 70, pois ele trabalhava no Botti Rubin, quantos complementares tinha um Sesc nos anos 70. Ele me respondeu "5 a 6 no máximo"! Hoje são mais de 30, e a tendência é que daqui 10 anos vão ser muito mais.

Além disso a gente tem normas e legislações cada vez mais rigorosas, a gente tem fornecedores que proveem não só os produtos, mas cada vez mais todo um sistema de implantação daquele produto. Então você tem que ter uma cobrança cada vez maior da sociedade civil em alguns aspectos, por exemplo, a norma de segurança do trabalho foi uma norma influente também no processo de projeto do SESC, além da acessibilidade, das certificações de sustentabilidade. O processo de projeto hoje em dia tem que lidar com uma complexidade enorme, maior do que jamais foi.

Dessa maneira, o BIM é fundamental nos processos justamente para conseguirmos dar conta disso e fazer todas essas especialidades conversarem em prol de um resultado mais eficiente, sendo essencialmente uma ferramenta de diálogo.

Qual é a motivação para ensinar BIM na graduação de arquitetura e urbanismo?

Eu acho que mais do que a arquitetura em si, é reconhecer a complexidade do mundo contemporâneo. Atualmente, admite-se uma complexidade que antes era negada ou disfarçada. A gente admite uma complexidade que sempre existiu e hoje estamos abertos a ela, mas também existe essa subdivisão do conhecimento já mencionada, que está trazendo mais conhecimento, e que tem impacto no projeto, então a gente lida com complexidade que sempre existiu e era negada, mas a gente também lida com uma complexidade nova que está surgindo. Acredito que a maior importância do ensino do BIM, mais do que o desenho do objeto em si, é reconhecer que o mundo é um lugar complexo, que precisamos lidar com muitas informações simultaneamente, não só na arquitetura, mas em todas as áreas do conhecimento a gente cada vez lida com mais informação, e por isso acho que é de grande importância do ensino do BIM.

Dentro de todos os conceitos que compõe o BIM, quais são ensinados no curso de graduação?

Eu não posso falar pela escola, posso falar pela minha experiência lá dentro, pois cada professor de cada semestre vai ter um ponto de vista diferente. A minha experiência é que não se ensina BIM. E quando eu digo isso, não estou falando de

ensinar um software, por que até temos aula de Revit no Mackenzie, mas de que não se ensina o raciocínio da interação, do desenho e do processo, apenas tem-se o foco no resultado final. Mas acho que isso é comum, pela minha experiência, em todas as escolas de arquitetura que eu conheci, o foco ainda está no resultado final e não no processo. Creio que no mundo complexo como nosso, a gente tem que cada vez mais estar preocupado em desenhar o processo e o resultado final, eventualmente validado ou não, ele é um resultado desse processo. Então eu acho que a faculdade deveria estar mais preocupada em desenhar o processo e menos preocupado em desenhar o resultado final, isso ainda não acontece.

A gente tem debatido, tem problematizado isso, na minha componente curricular a gente tem introduzido questões projetuais do mesmo caminho, mas de maneira muito tímida ainda. Então, eu acho que ensinar o BIM na escola é essencialmente ensinar a desenhar um processo, mais do que ensinar a usar o software, nem sei se é o assunto mesmo.

Qual abordagem é adotada para educação em BIM? Existe uma linha de disciplinas que trate apenas do assunto, ou ele é tratado dentro outras linhas de disciplinas (como informática ou tecnologia da construção)?

Até onde eu sei o BIM não é tema, não se discute o BIM. Seria necessário conversar com outros professores, mas pelo meu conhecimento dos componentes curriculares não se discute BIM. Nem se discute francamente, o que o BIM atende, essa complexidade, essa riqueza de envolvidos, também não se discute abertamente, não assumidamente isso. O que existe são algumas ações pontuais de professores que buscam trazer essa discussão. Como eu disse, tem uns cursos de computação de "desenho assistido por computador" e tem aula de Revit. Mas eu pessoalmente acho que a escola não deve se preocupar tanto em ensinar um

programa específico e sim metodologias de apropriação desses recursos digitais, a fim de promover o que realmente interessa, que é o diálogo entre os envolvidos, a resolução da complexidade.

Existe a integração do BIM junto a outras disciplinas? Se sim, como essa integração ocorre? Caso negativo, acredita que essa integração possa ocorrer?

Primeiramente, pelo que eu já conversei com parte dos docentes, existe uma confusão frequente de entender que BIM é usar um programa no computador. Mas tem professores evidentemente que são mais “letrados” no assunto, que trazem talvez essa discussão de forma pontual, de maneira mais eficiente, mais inteligente. Mas é isso, depende mais da ação pontual não existe, até onde eu sei uma intenção da instituição de trazer o problema. O que deveria ser feito não só pelo que eu falei aqui da questão do mundo contemporâneo, mas até porque é lei agora, toda obra pública deve ser em BIM e as obras privadas grande parte já são BIM. Eu tive uma conversa outro dia com três ‘BIM manager’ de escritórios importantes aqui do São Paulo, grandes escritórios já tão usando o BIM, isso já está institucionalizado na prática comum, então assim, a faculdade está atrasada, tinha que estar discutindo sobre isso.

Mas da prática, eu posso falar da minha disciplina, a gente introduz uma solução construtiva baseada no produto de uma empresa, que já tem toda uma descrição técnica. Isso já define muito do caminho que vai ser seguido e o aluno já entende que você tem que trabalhar com uma cultura de produção de uma empresa específica, a gente discute também um pouco a questão do resíduo e como um projeto bem-feito vai lá na frente, no final da obra, reduzir a quantidade de resíduo produzida.

Então a gente vai introduzindo questões, que você não está sozinho no mundo, você não projeta da sua cabeça, independentemente de qualquer coisa, você tem que lidar com mil forças que vão condicionar o seu projeto, entre elas, fornecedores, problemas de gestão de resíduo, que é um problema fundamental da nossa área. Então a gente vai trazendo questões aos poucos, mas eu dou no primeiro semestre, então é meio tímido. Eu acho que poderíamos estar discutindo isso com mais vigor.

Eu tenho uma equipe de 11 professores e sou o responsável pela disciplina, mas a gente não impõe nada, tudo é debatido entre os professores, então cada professor traz as suas questões, suas preocupações, suas experiências. Então, é tudo muito discutido, muito debatido, nada imposto assim, então qualquer novidade tem que ser introduzida aos poucos à medida que a gente vai ampliando a discussão entre nós professores.

O ensino e uso do BIM na graduação pode ser uma ferramenta para estimular uma maior interdisciplinaridade no curso de arquitetura e urbanismo?

Sem dúvida nenhuma. Eu acho que sim, acho que esse é o papel do BIM e esse é o mundo contemporâneo, ninguém faz mais nada sozinho. A gente está sempre lidando com o outro. O mundo contemporâneo é o mundo do diálogo, a interação com o outro. Então sim, acredito que, a longo prazo talvez, eliminando algumas divisões que a gente tem dos cursos do ensino superior, talvez caiam por terra, se reinventem, questionando se faz sentido dividir da maneira que a gente divide. Talvez devêssemos imaginar outras divisões do conhecimento então sim, eu acho que o papel do BIM é fazer as pessoas conversarem e eu acho que a faculdade tem que ensinar isso, a dialogar com outro, a trabalhar com a informação

que vem do outro e entender a demanda e a necessidade do outro, e a promover as trocas, promover os diálogos e as soluções de conflitos.

A maior dificuldade é o diálogo com os colegas, não porque haja uma má vontade, mas porque, como eu disse, cada professor tem uma experiência, uma vivência e suas questões que quer levar para a faculdade e quer levar para a discussão. Então eventualmente o BIM não é um tema para todo mundo, as vezes tem outro tema, cada pessoa tem o seu assunto. Assim, a maior dificuldade de introduzir isso como questão institucionalizada na escola é de fato um convencimento dos professores, de que isso é importante, eu acho que tem que convencer os professores que isso é uma discussão que deve entrar. Faz sentido que cada um quer trazer os seus temas, cada um trazer as suas questões, suas pesquisas, os seus assuntos, e as vezes deixa para depois outras coisas que até as vezes até reconhecem a importância, mas prefere focar no que ele está estudando e pesquisando.

Prof. Dr. Marcelo Eduardo Giacaglia

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Qual é a sua concepção do que é BIM e como acredita que ele se encaixa no ensino de arquitetura e urbanismo?

Bom, uma pergunta bastante abrangente. Entendo o BIM como uma tecnologia em expansão, que vem avançando nas últimas décadas desde o conceito de Single Building Model (modelo único da construção), por exemplo, onde o enfoque era no modelo e desde lá já se imaginava a questão da modelagem paramétrico e tridimensional.

Atualmente se fala em BIM, como um processo completo, tecnologia de gestão da produção, então seria do projeto da construção, mas não apenas isso, incluindo também a sua operação do edifício, pensando desde o início em questões que vão desde sobre a vida útil do edifício até o dia que ele for preferencialmente desmontado. Hoje é um conceito complementar, que não relação direta o BIM, mas que obviamente busca-se agregar essa informação ao modelo, que é o tal da economia circular. Então antigamente a ideia era que você constrói alguma coisa, e acabou a vida útil daquilo lá e você simplesmente faz a demolição e os materiais são descartados de alguma forma.

Em tempos recentes busca-se não mais simplesmente descartar coisas, tem o reuso, a reciclagem, que compõe o conceito de economia circular. Então já se pensa no edifício como se pensam alguns produtos de vida útil mais curta. Por exemplo o celular, pode durar meses ou poucos anos, pode ser desmontado e suas

partes recicladas ou no melhor dos casos, os materiais recuperados. É um conceito de evolução, já tem pessoas propondo outros avanços no BIM, porque atualmente o que se fala mais é vencer o processo, de gestão de tecnologia, ligado ao processo e não só o objeto, o resultado da modelagem.

Qual é a motivação para ensinar BIM na graduação de arquitetura e urbanismo?

Com relação a sua aplicação no ensino de graduação, há vários modelos e nós estamos tentando adotar um deles, por meio de um edital que a gente propôs há pouquíssimo tempo para a graduação. A ideia é de unirmos duas coisas: o ensino do processo de produção integrado aproveitando-se dessa tecnologia. Tem várias formas de fazer isso, que depende um pouco da situação de cada instituição de ensino.

No caso da FAU USP, considerando que o curso é de no mínimo 5 anos, organizado através de semestres que dão liberdade para o aluno montar o seu próprio horário (desde que seja consistente com a grade curricular), adiantando alguma disciplina que não tenha pré-requisitos, não podemos pensar em blocos de disciplinas, como ocorre em outras faculdades, com todos os alunos trabalhando de forma síncrona num projeto comum, como se fosse um projeto real. Então o que nós vislumbramos, é a construção de modelos, começando pelo de arquitetura preferencialmente, e depois outras disciplinas usariam esse modelo em outros momentos. Esses modelos não seriam perfeitos, não teriam que provar que eles são modelos perfeitos, que estão 100% certos, pois isso faz parte do processo.

Aliás, é um erro a gente mostrar para os alunos exercícios “comportadinhos”, em que tudo dá certo, porque o mundo real não funciona assim. Tem que ser o problema que se chama “problema domesticado”, amansado, que é diferente do problema do mundo real, que é o “weaked problem”, isso quando você consegue descobrir qual é o problema.

A ideia é você ter modelos em graus de desenvolvimentos diferentes, em momentos diferentes do processo do projeto. A gente tem atualmente vislumbrado em torno de dois, o modelo inicial com as principais referências sem os eixos estruturais, mas com níveis, principais elementos estruturais, os espaços definidos, e em um outro momento (claro que pode ter modelos intermediários) em que o modelo arquitetônico está mais adiantado, próximo de um projeto executivo ou estágio parecido. Para então, em uma outra disciplina, utilizar esses modelos para fazer algumas análises ou mesmo projetar modelos complementares de outras especialidades. Por exemplo, na FAU USP temos disciplina de projeto de elétrica, pois o arquiteto, até um certo limite de potência, ele pode ser o responsável pelo projeto de elétrica.

Então nessa disciplina tem no modelo o BIM de arquitetura, onde se busca agregar um novo modelo, que seja possível ser referenciado por ele e visse e versa, como o de elétrica. A Poli (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) oferece disciplina de hidráulica e de estruturas, e seria a mesma coisa.

Essa seria nossa iniciativa, o que nós estamos fazendo. Esse edital foi proposto e foi aprovado faz pouquíssimo tempo, poucos meses atrás e ele tem a duração de um ano. A ideia é ter modelos arquitetônicos de alguns edifícios consagrados, como algumas casas de arquitetos que a gente conhece bem, como

o Artigas, Milan, Paulo Mendes da Rocha, então casas que eram da nossa arquitetura brasileira, por enquanto os modernistas são exemplos que nós temos.

Minha ideia era que se fizesse os projetos de instalações e a estrutura, nesses casos. Mas os colegas de outras disciplinas que estão envolvidos, eles não têm tanto interesse nesse tipo de função, então a primeira ponte que eu fiz foi com a disciplina de projeto dos custos, mas também não houve interesse pelos professores, que nos disseram que o foco deles era em edifícios de habitação de interesse social. Assim, propus um projeto de iniciação científica, pois já havia vários interessados e eu consegui dois alunos, um entrou com bolsa e o outro sem.

Continuamos buscando os professores de outras disciplinas e finalmente conseguimos abertura com a profa. Cláudia, da disciplina de instalações da FAU, mas que também indicou que havia mais interesse que o projeto modelado fosse um edifício. Então as nossas casinhas testão lá esperando dias melhores, os modelos que nós fizemos, mas serviu para nosso aprendizado e os alunos agora possuem esse material para se basear, pois essas pesquisas desenvolvidas, os modelos das casas, serviram para produção de tutoriais mais completos, onde procuramos dar uma abordagem de processo, a partir de desenhos preliminares dos projetos, que não eram necessariamente os desenhos finais, e buscamos refazer digitalmente o caminho que o arquiteto autor fez, obviamente sem buscar imitar aquilo ou refazer exatamente como ele fez, mas nós buscamos refazer o processo de maneira plausível.

No caso da residência dois do Artigas, iniciamos com os desenhos preliminares, a aluna criou as principais referências e elementos, para depois ir refinando e analisando como o software se comportava em termos da eficiência,

de fazer essas alterações do projeto, eficiência na hora de modelar certas coisas e assim por diante. Por exemplo, ela iniciou o projeto com parede genérica, então qual a eficiência na troca dessa parede genérica por uma específica mais tarde. E com isso fui produzindo tutoriais para os alunos que hoje tem o desafio de fazer um pequeno edifício, não na sua totalidade. Foram gerados tutoriais em pelo menos dois softwares, assim cabe ao aluno a escolha desde o objeto de estudo dele e o software que vai utilizar.

Para a modelagem do edifício, fomos atrás de dois alunos e após muitas conversas resolvemos fazer um conjunto habitacional dos anos 70, tido como uma boa arquitetura, que é o conjunto. Zezinho Magalhães Prado, em Guarulhos e que é bastante conhecido. Não tivemos a intenção de projetar tudo aquilo pois é gigante, mas pegar um dos blocos principais, e esse bloco a gente modelar o que é essencial do edifício e uma unidade habitacional. Assim realizamos uma etapa importante para projeto dos custos, você poder fazer a extração de quantitativo preliminar do modelo, em termos de espaços e elementos da construção, mesmo considerando só os principais, dá para tirar volume de concreto, volume de parede, área de ambiente e pode-se fazer os cálculos dos parâmetros que eles utilizam na disciplina de projeto dos custos.

A disciplina deve seguir o seu curso normal ano que vem, se der tudo certo, e vamos ver se a gente consegue realizar tudo em tempo, que é corrido. Devemos realizar um workshop, ou alguma atividade que o aluno tenha contato com a forma contemporânea de fazer a coisa, comparando o convencional com contemporânea. E nos próximos anos, nós vamos melhorando, vamos abrir modelos mais elaborados, iremos aprendendo junto com o desenvolvimento das

atividades. Aos poucos, a nossa meta é que isso comece a ser inserido nas disciplinas para ficar, ir se consolidando aos poucos, começar com workshops e de repente a disciplina já ser baseado em BIM, já ser uma disciplina que se faz o uso de técnicas contemporâneas e a gente saia do convencional.

Outra ideia nossa é que qualquer integração e uso dos modelos seja feito usando formatos neutros e IFC. Assim, não interessa qual software está sendo usado, vai ser exportado pra IFC, e iremos avaliar se esse processo de exportação está sendo bem-feito ou não. Mas, como eu disse anteriormente, nossa intenção não é que funcione 100%, senão você não aprende nada.

Também teremos outras iniciativas que eu e o prof. Norberto iremos tocar, junto com o grupo de disciplinas de conforto ambiental, como fazer análises e simulações. Mas para essa atividade foi escolhido outro edifício, um complexo de edifícios mais recente, deve ter cerca de 10 anos de construção, que é o Jardim Edith, ao lado da ponte estaiada na zona sul. Se eu não me engano são três torres, sendo dois laminar, restaurante escola, unidade básica de saúde, tem alguns outros equipamentos. É um projeto autoral, realizado pelo escritório MMBB, com participação de professores da FAU, como o prof. Milton Braga.

Dentro de todos os conceitos que compõe o BIM, quais são ensinados no curso de graduação?

Eu não acompanhei toda a disciplina do prof. Norberto, participei de algumas aulas em algumas edições, auxiliando-o com os workshops de integração de modelos e trabalho colaborativo em Revit. Assim, a disciplina toca na questão de

colaboração e gerenciamento do modelo, indo além de apenas modelagem do projeto e extração de documentação.

Talvez ele insira mais conceitos que isso na disciplina dele, mas de qualquer maneira, essa é a única disciplina, optativa, que existe de BIM na FAU. Existem alunos que fizeram iniciação científica com a gente, aprenderam a usar os softwares e os conceitos BIM, outros aprendem sozinhos por conta própria, e que buscam praticar o que podem na disciplina de projeto.

Qual abordagem é adotada para educação em BIM? Existe uma linha de disciplinas que trate apenas do assunto, ou ele é tratado dentro outras linhas de disciplinas (como informática ou tecnologia da construção)?

A disciplina de BIM do prof. Norberto é dentro da linha de informática. O aluno está dentro do que seria a continuidade da linha de disciplinas de representação gráfica. Começa com geometria descritiva, desenho geométrico e depois desenho arquitetônico, computação gráfica, que é essencialmente CAD, e aí nós concedemos uma optativa que requer a disciplina de CAD como um pré-requisito.

Muita gente pode dizer que isso é um contrassenso: “Ah, não tem nada haver um software com o outro”, não é verdade, você recebe um terreno, você recebe em CAD, você vai fazer um desenho de detalhe, está feito em CAD. Se você detalhar absolutamente tudo em modelo BIM, é bom ter um supercomputador e às vezes nem vale a pena, por que basta um bom desenho e aquilo vai ser executado corretamente, a falta daquilo no modelo não tem impacto. Então quando você pede

para ver um detalhe do modelo, está lá o desenho. A única questão é que se você mexer no modelo o desenho pode ficar desatualizado, é a única questão. Então isso em termos de eficiência do projeto, ainda é um problema, mas é a realidade, é como se tem feito com o recurso tecnológico que nós temos hoje, então por enquanto tem essa disciplina que é instrumental assim como a de CAD, o aluno faz a nossa disciplina de CAD e ele está habilitado a resolver os seus problemas do dia a dia, se tratando de desenho convencional.

Com a disciplina do prof. Norberto, com as Iniciações Científicas que a gente faz, o aluno, se ele quiser, pode passar a modelar e não apenas desenhar, vamos assim dizer, mas termina aí por enquanto. E o que nós estamos exatamente querendo fazer é mudar isso, a gente criou esse projeto, submeteu essa proposta no digital, recebemos verba. Nós estamos adquirindo um servidor de arquivos, especialmente que é onde nós vamos guardar nossos modelos, esse servidor de arquivos ele pode ser genérico e a gente pode eventualmente usar um software de algum dos fornecedores.

Seria um *BIM Server* de alguém que seja desktop e não cloud. O cloud você fica na mão do fornecedor da solução, já o desktop, apesar de você ter que gerenciar ele, pelo menos está na nossa mão, não está na dos outros, mas não exclui usar a nuvem também.

Quais são os métodos utilizados no ensino BIM? Aula práticas e/ou teóricas?

Na disciplina optativa de BIM, o aluno tem várias leituras programadas e boa parte da aula é teórica, não é só de modelagem. O aluno que assistiu a nossa palestra que ocorre no segundo ano teve algum conceito, é igual uma vacina, pode ser que o efeito já esteja passando, mas ele faz a disciplina do Norberto e a 'coisa' acende. A nossa ideia é que todo mundo esteja vacinado, usando essa metáfora, a gente tem disciplinas de vários anos, então tem contato nessas disciplinas, nem que tenha sido profundo, mas na cabeça do aluno ele começa a integrar isso.

Existe a integração do BIM junto a outras disciplinas? Se sim, como essa integração ocorre? Caso negativo, acredita que essa integração possa ocorrer?

Conforme eu mencionei no início, essa integração não existe ainda, hoje esse processo está sendo concebido. Estamos aprendendo com esse processo e melhorando cada ano até podermos chegar naquilo que a gente considera o ideal para cada disciplina.

A dificuldade está na carga horária dos alunos certamente, apesar que se a gente conseguir num certo momento substituir procedimentos convencionais por contemporâneos, acho que vamos reduzir a carga. E por estar trabalhando com o mesmo objeto em várias disciplinas ou alguns conjuntos de objetos, também do aluno pelo menos estar familiarizado com aquele objeto. Não precisa ser sempre o mesmo, mas pelo menos o aluno saber, estar naturalizado com ele para pôr a mão na obra.

Do ponto de vista do docente, nós somos muito cobrados em outras frentes, então acaba que tem as atividades administrativas e acadêmicas, e isso tudo toma

tempo. Então isso toma tempo, a dificuldade eu diria que as iniciativas competem com várias outras que são importantes ou que são consideradas importantes. Então o professor tem que produzir paper, tem que ir em congresso.

Eu acho que também a gente introduzindo essa experiência e recolhendo resultados, vai nos ajudar a apresentar os resultados em eventos, em revistas. Então vai ter que ser feito um investimento inicial, pois estamos saindo quase do zero de aprendizado.

O ensino e uso do BIM na graduação pode ser uma ferramenta para estimular uma maior interdisciplinaridade no curso de arquitetura e urbanismo?

Eu acho que essa multidisciplinaridade ela tem que existir e o caminho que nós vislumbramos é esse, eu acho que o ganho dessas ferramentas eles vão ajudar nesse processo, podia ser feito na forma convencional, mas não foi até hoje.

Prof. Omar Mohamad Dalank

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Escola da Cidade

Qual é a sua concepção do que é BIM e como acredita que ele se encaixa no ensino de arquitetura e urbanismo?

Entendo que o BIM é a modelagem da construção no final das contas. A aplicação aqui na escola para a vida acadêmica, a gente não tem conseguido aproveitar muito, pois oferecemos aqui um curso de eletiva para os alunos, como formação de apoio dos alunos para o mercado de trabalho, de forma que eles concluam a faculdade tendo esse curso para poder estagiar ou agregar no currículo. Mas para uso efetivo no desenvolvimento durante o curso, o BIM não tem se mostrado muito eficiente. Tanto que acabou ficando como curso de eletiva, não está na grade curricular que é o conjunto de disciplinas obrigatórias dos alunos, e a gente viu com o principal entrave que a gente tem aqui, é justamente o conhecimento da construção para poder usar o software.

Porque além da própria dificuldade que temos do aprendizado do software, buscamos primeiro ensinar o que é o BIM, o que isso significa para sua futura vida profissional, explicamos a utilidade, funcionamento e como isso pode impactar no desenvolvimento do projeto de arquitetura. Então temos esses entraves que é primeiro o aprendizado do software, que geralmente é mais complexo do que os demais, tanto para modelagem e mesmo comparando com o AutoCAD para poder fazer os desenhos. Consideramos também a vida acadêmica do aluno, que para o BIM ser eficiente ele tem de conhecer a construção de maneira técnica, você tem

que ter um certo domínio da técnica construtiva, até pelo próprio entendimento dos elementos que vão nesse software. Então esse é um segundo entrave que eles têm.

Então para alunos de primeiro ano, nem pensamos nosso, é uma coisa muito difícil. Segundo ano ainda é difícil, o terceiro ano já começa a melhorar e quando a gente vê para poder fazer a aplicação para o aluno, ele já está lá no quinto ano. Assim vemos que quando ele não tem o pleno domínio das técnicas construtivas ou dos elementos construtivos, acaba dificultando mais do a própria linguagem dentro do software para poder fazer seu uso. Então o ensino de BIM acaba ficando como uma eletiva que é para turma mais avançada.

Acabamos que na curricular a gente não aplica, pois além do problema de lidar com o software, pela nossa experiencia o aluno tem dificuldade até de entende o que fazer com todas as ferramentas, pois por mais que entenda que aqui é um pilar, aqui é uma laje, aqui que é uma viga, aqui é caixilharia, quais são os parâmetros que tem que entrar ali, ou seus elementos, é uma dificuldade muito grande no começo dos cursos, os alunos sequer sabem o que fazer com aquilo no final da contas. Dificulta ainda mais ter que usar linguagem dos softwares em inglês. Claro que boa parte dos softwares possuem versões em português, mas existem algumas adaptações, alguns termos que são trazidos do inglês e eles não conseguem entender. Entendemos que na vida profissional, isso acontece de outra maneira, com outras aplicações, mas isso seria assunto para uma outra conversa. Você termina a faculdade, tem seu escritório de arquitetura e como eu vou aplicar, quando ele me é útil e quando não é, porque tem essa discussão também, mas no

âmbito da faculdade de arquitetura, a gente vê seu uso com muita dificuldade para o curso, no final das contas.

Entendo que é mais útil para o estudo da arquitetura, ao menos na nossa experiência, no desenvolvimento do aprendizado do projeto de arquitetura, quando não estou lidando com projeto executivo, opta-se pelo uso de softwares mais simples, que não são BIM obviamente, como por exemplo o SketchUp. Ele é mais útil para aluno, para o desenvolvimento, do que por exemplo usar o Revit ou ArchiCAD nesse primeiro momento. Quando o aluno no começo do curso ainda está aprendendo a desenhar, apresentamos o Revit e ArchiCAD para mostrar como é um software relacionado ao BIM, mas sempre passamos pelos entraves mencionados anteriormente. O ArchiCAD é mais amigável, a gente gosta mais e os alunos entendem de maneira mais fácil o conceito de BIM, porque a interface ele é um pouco mais amigável, ela é toda mais desenhada, temos uma preferência maior por ele. Já o Revit é o mais programador, ele conversa muito pouco conosco e os alunos travam de vez, ninguém consegue terminar o curso de Revit bem na escola, é muito difícil mesmo.

Qual é a motivação para ensinar BIM na graduação de arquitetura e urbanismo?

Eu vou falar um pouco sob o ponto de vista dos próprios alunos, o que que eles esperam do BIM na graduação no final das contas. Eles acabam esperando uma ferramenta mágica, um pouco dessa expectativa, pelo fato de você modelar a construção e poder extrair a documentação parametrizada, uma grande

vantagem do BIM. Claro que o BIM vai muito além do que só extrair documentação de projeto, mas o sonho dos alunos na escola, se você está na graduação, é construir o modelo e daí extrair plantas, cortes e elevações. Não a nível de detalhamento porque não fazemos isso na escola, mas o aproveitamento da geração de desenhos, que é justamente a questão da extração de documentação facilitada, mesmo com modificações que podem sofrer no meio do processo. Isso ganha grande importância, pois temos um estúdio vertical, um projeto de longo prazo que acontece aqui a cada semestre e é super vantajoso ficar fazendo alterações o semestre inteiro e chegar no final você não ter que ficar redesenhando manualmente todas as pranchas. Temos também o TFG, que é o final da graduação para todos os alunos, com quase 1 ano de processo, e creio que é onde mais se aplica, porque tem o objeto de projeto mais consolidado, então isso é o que os alunos esperam receber da ferramenta.

Ao mesmo tempo, principalmente nos TFG's, tem projetos que aqui na nossa faculdade eles são de maior escala, com abrangência urbana, e aí é onde o BIM e os softwares ainda possuem maior dificuldade para auxiliar nesse tipo de projeto.

Outro ponto que dificulta o uso dos softwares BIM é, por exemplo, quando se quer inserir uma parede no projeto, o software solicita que seja inserido uma série de parâmetros como altura, revestimento, cor, etc., e o aluno apenas quer inserir uma parede simples, ou mesmo uma laje, sem ter que se preocupar com as diferentes camadas de piso. Entendemos que o software BIM está preparado para servir durante todo o ciclo do projeto, até etapas de detalhamento e controle de obra, mas todas essas configurações acabam dificultando seu uso nas situações mais simples. Comparando com uma utilização do AutoCAD em situações

similares, como em desenhos para concursos de arquitetura, onde a escala do desenho apresentado será de 1:200, raramente alguma escala maior, e no BIM modela-se em 1:1, as vezes até 5:1, 10:1, inserindo elementos como maçanetas e que no final não aparecerão em nenhum desenho. Então é essa dificuldade de como utilizar os softwares de maneira mais simples tendo em vista o produto final pretendido mais à frente.

Assim, o cenário ideal para uso do BIM na escola é poder modelar e extrair documentação de maneira mais facilitada, seria ótimo se tivesse um jeito de fazer isso de maneira mais simplificada. Chegamos a fazer isso em algum momento na escola, há muitos anos. Usávamos o VectorWorks, pois ele dá essa possibilidade, de desenhar o projeto de maneira simplificada, em 2D, da mesma maneira que o Corel Draw, por exemplo. Pode-se sair modelando parede a parede sem camada nenhuma, ele dá essa liberdade muito grande, eu indico hoje aos alunos, só que caiu em desuso aqui no Brasil, ficou muito mal representado.

Dentro de todos os conceitos que compõe o BIM, quais são ensinados no curso de graduação?

No final das contas, acabamos abordando apenas os aspectos de modelagem do projeto e extração de documentação. Até mostramos outros conceitos BIM na disciplina eletiva, falamos e incentivamos eles a tomarem mais conhecimento de outros conceitos BIM, porque acho que é muito importante, pois o mercado está começando a migrar para o BIM, e isso é muito bom que aconteça. Mas conceitos como extração de quantitativo não abordamos, pois a faculdade não

lidamos com nenhuma disciplina nesta área, assim como aspectos de orçamento também não, então paramos mesmo na documentação, modelagem para extrair plantas, cortes e outros desenhos para serem utilizados. Sobre IFC, a gente chega a explicar como exportar, como importa, mas nada além disso, até porque eles não lidam com isso na faculdade.

O curso de meios digitais na Escola, a gente tem que pensar também para onde vai, para não ficar atirando para todos os lados. Nele, a gente trabalha para que o aluno consiga produzir muito melhor dentro da faculdade até ele fazer a conclusão do curso dele. E nas disciplinas eletivas, tem curso que são mais “profissionalizantes”, onde oferecemos cursos de Revit, de ArchiCAD, e começamos a olhar o que ele quer, pensando no trabalho, a área que ele quer atuar, assuntos mais atuais. Agora como elemento curricular, de formação obrigatória do aluno, buscamos dar muito cedo na Escola (atualmente faz parte do segundo ano e queremos até adiantar para o segundo semestre, ainda do primeiro ano), essas ferramentas mais práticas, para ele utilizar durante o curso, com softwares mais versáteis como SketchUp, e AUTOCAD.

Qual abordagem é adotada para educação em BIM? Existe uma linha de disciplinas que trate apenas do assunto, ou o mesmo é tratado dentro outras linhas de disciplinas (como informática ou tecnologia da construção)?

Aqui na Escola da Cidade a gente tem um grupo de disciplinas chamado “Meios Digitais”, que eu coordeno, onde organizamos essas disciplinas, como elas se relacionam e como elas intercambiam o aprendizado com as outras linhas da

Escola. A Escola se divide em 5 áreas: história, tecnologia, desenho (onde estou inserido), urbanismo e projeto. “Desenhos” é onde está inserido o grupo “Meios Digitais”, dentro de uma coordenação que ocorre tanto de maneira transversal e longitudinal, indo do primeiro até o sexto ano na Escola. Dentro da coordenação das disciplinas de “Desenho”, “Meios Digitais” está inserido nela, só que quase como anexo, pois também lida com tecnologia, com urbanismo e com projeto, então a gente tem uma transversalidade nessa coordenação. Assim, converso tanto com a coordenação de desenho, quanto com a coordenação de ano, por exemplo, que é intercambiar com as outras disciplinas daquele ano. Por conta disso, acabo realizando o dobro de reuniões de coordenação, isso dá bastante trabalho.

Dessa maneira, “Meios Digitais” ocorre dentro das disciplinas de desenho, tanto que o ensino de AutoCAD, chamamos de “Desenho Digital de Arquitetura” e não de “Curso de AutoCAD”, as aulas de Photoshop é “Representação da Arquitetura”, inserindo conceitos de fotografia, entre outros assuntos. Assim nomeamos as disciplinas para não ficar parecendo escola de software e reforçar mais seu uso do que a ferramenta.

E o conteúdo do curso acaba dependendo do tema que é abordado em outras disciplinas. É mais fortemente vinculada a disciplina de projeto, que acontece nos 5 anos da escola, finalizando com o TFG, mas também relacionamos com Urbanismo e Tecnologia, e dessa maneira vamos nos relacionando com as mais diversas disciplinas.

Também temos aqui na Escola uma atividade chamada “Estúdio Vertical”, que une alunos de vários anos em um único tema durante cada semestre. Nessa atividade é onde ficamos mais disponíveis aos alunos, especialmente quando

tratamos de BIM, ficamos disponíveis para assistência em projeto e ao “Estúdio Vertical”, são onde acontece as maiores discussões relacionadas ao tema. Para isso, deixamos dois professores, um em cada dia na escola, disponível para essa atividade que envolve vários anos.

Um professor fica ali com a turma de Estúdio Vertical (EV), que abrange vários anos, e se alguém tiver uma dúvida, ele consegue assessorar durante a aplicação no estúdio vertical, no desenvolvimento do trabalho. E outro professor (de Revit por exemplo) permanece com a turma de projeto, pois eles estão construindo mais edifício. Assim ele fica disponível em um dia e um horário que ele sabe que tem vários anos estudando projeto ao mesmo tempo, para assessorar aqueles que estão fazendo a eletiva de Revit e estão querendo aplicar o aprendizado desenvolvido de projeto na disciplina. Assim cruza-se esse ensino de várias maneiras. No segundo ano, estabelecemos através do currículo escolar que o aluno precisa saber, no mínimo, desenhar no AutoCAD, modelar no SketchUp e lidar com imagem no Photoshop. Então buscamos capacitá-los com um ferramental básico para que ele consiga entender esse universo digital de Arquitetura, e aplicar esse ferramental de maneira prática, seja na disciplina de projeto, no Estúdio Vertical ou qualquer outra aplicação. A partir dessa base, ele consegue começar a produzir digitalmente. E dali pra frente, fica disponível todo o universo de disciplinas eletivas da escola, que inclusive QGIS que é para urbanismo, por exemplo, vamos inserindo e disponibilizando para os alunos.

Quais são os métodos utilizados no ensino BIM? Aula práticas e/ou teóricas?

Já passamos por muitos modelos aqui na escola, pois a gente fica tentando acertar qual que é a 'mão' nos cursos. Já realizamos através de palestras a respeito de BIM na Escola, chamando convidados externos, era muito bom chamar o arquiteto João Gaspar, para falar sobre BIM na Escola. Também abordamos no início do curso do "Meio Digital" um pouco que do que é esse universo do BIM. Por exemplo, nas primeiras aulas de Revit temos duas aulas que tratamos um pouco mais do BIM para o aluno entender que universo é esse. Mas a partir daí começa a ser mais prático mesmo, com ensino prático de Revit, vamos construir, fica mais parecido com o curso de software.

Até que seria legal se tivesse mais tempo, após passar pelo aprendizado de software, voltar para o estudo do BIM lá no começo e incentivar um olhar diferente, mas a gente não tem tempo, precisaria ser um curso longo para poder abordar o BIM de maneira mais abrangente.

Então a gente não tem efetivamente um curso de BIM, temos aulas de introdução ao BIM, para depois começar com um hands-on, mão na massa, e vamos começar a trabalhar. Até a pandemia trabalhávamos de maneira 100% presencial, no laboratório de computadores na Escola, mas após a pandemia ficou 100% remoto.

Nesse momento estamos no meio do caminho, resolvemos gravar todas as aulas de instrumentação do software. Nesse modelo, cujo projeto-piloto é o Revit, o BIM vamos dizer assim, pegamos tudo aquilo que eu repito sempre em todas as aulas e deixamos gravado, de maneira que quando encontramos o aluno presencialmente, podemos começar a fazer discussões mais aprofundadas e talvez

aí sim, a gente consiga chegar num ponto mais profundo de ensino de BIM. O que acontece nesse semestre especificamente, os alunos estão tendo toda instrumentação em EAD: ele vai lá, assiste às aulas e o professor fica na escola disponível para tirar dúvidas com ele e por isso a gente encaixou esse professor na disciplina de projeto, de maneira que o professor incentive o aluno para aplicar aquilo que ele está aprendendo remotamente, de que maneira ele usará essa ferramenta para que consiga tirar o máximo de proveito dela para esse projeto que está fazendo agora, seja o projeto de uma casa, de um edifício, ou o que for, e conseguir encaminhar um pouco mais com isso, mas o curso teórico mesmo de BIM a gente não tem, buscamos algo mais prático pro aluno.

Existe a integração do BIM junto a outras disciplinas? Se sim, como essa integração ocorre? Caso negativo, acredita que essa integração possa ocorrer?

Na prática não existe essa integração em conjunto com outras disciplinas, pois o BIM ocorre quase como um anexo, ele não está muito integrado porque é uma opção que o aluno faz, não é obrigatório para ele usar na escola. Aí caso queira encarar essa, tem professor disponível para assessorar ele durante o desenvolvimento de projeto e então ele pode utilizar para desenvolver seus projetos em outras disciplinas.

O ensino e uso do BIM na graduação pode ser uma ferramenta para estimular uma maior interdisciplinaridade no curso de arquitetura e urbanismo?

Sim, pode e tanto que já fazemos um pouco disso, mas não usando softwares “oficiais” de BIM, acabamos fazendo isso usando SketchUp, então em algumas interfaces já realizamos com urbanismo e tecnologia. O principal motivo de usarmos o SketchUp é pelo fato dele ser mais simples, não precisa tratar mesmo como BIM, embora ele tenha evoluído em suas versões, tentando fazer esse caminho do BIM. E temos aproveitado ele por ser mais simples e mais fácil, o aluno aprende muito rápido no começo, é mais intuitivo para as coisas que não precisa ser muito “formal”. Digo formal no produto final, não no formalismo, então ele tem ajudado. A gente faz algumas interfaces com a turma de tecnologia, desenvolve os sistemas estruturais para depois aplicar em Meios Digitais mesmo, junto com alguma integração, buscamos criar alguns protótipos em tecnologia, quando estamos tratando de estrutura, de repetições ou de pré-fabricação. Inclusive temos disciplina eletiva de pré-fabricação à disposição do aluno, sendo um ótimo lugar para realizar esse tipo de integração. Já fizemos também para o urbanismo, quando a gente pega lá em cartografia, trazemos dados de fotografia, em urbanismo fazemos o levantamento em campo e juntamos os dados. A partir daí pega-se o resultado, levamos para modelagem do seu edifício e com isso a gente começa a juntar dados de escalas diferentes. Creio que muito da integração do BIM possa ir por esse caminho, de começar a lidar com tecnologias, com sistemas de estruturais, trazer alguns dados de urbanismo, vindo lá do QGIS, então vamos pegando dados de um software e ligando com outro software para tentar usar as aplicações para trazer um que consiga consolidar tudo. E é isso que temos buscado, consolidando tudo no SketchUp. Não estamos consolidando nos softwares clássicos como ArchiCAD e o Revit nesses casos, pois além de dar muito

mais trabalho, tem que ensinar muito mais coisa para o aluno e atualmente não temos esse tempo. Também achamos que o que precisa ser ensinado, independente de qual software usar, é para o aluno ser capaz de intercambiar dados e funções, isso é mais importante, conseguir pegar dados crus de um e de outro, e na hora de juntar ter terceiro tipo de dado pra poder lidar. A gente faz bastante disso com cartografia e aí é a mesma coisa com estrutura, que é um sistema de tecnologia ou a pré-fabricação. Queremos que ele aprenda mais um processo da pré-fabricação, como aquilo pode ser útil na arquitetura ou com o que é bom e o que é ruim nesse processo, e aí testar ali construindo o elemento virtual mais do que discutir sobre o software em si. Então por isso que eu acho que dentro do processo do BIM, isso é mais importante do que o software no BIM no final das contas. Os softwares do BIM são tão complexos, que não conseguimos usá-lo para ensinar como conceito, queremos mais ser capazes de intercambiar informações e saber como aproveitar seu uso para gente.

Profa. Dra. Regina Ruschel

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas

Qual é a sua concepção do que é BIM e como acredita que ele se encaixa no ensino de arquitetura e urbanismo?

Existe um termo muito associado ao palavreado BIM, chamado "Design Authoring", que é você conceber com o apoio da modelagem da informação da construção. Então conceber com apoio da modelagem geométrica, da modelagem da informação associada aquela geometria e do estressar o modelo. Então estressar o modelo com simulações, está buscando desempenho ambiental. Portanto, saber trafegar entre essas duas coisas, o ferramental que auxilia na concepção da forma e o ferramental que auxilia no estresse da forma, que você faz a avaliação.

Agora como isso vai ser feito, se com o professor pegando na mão, ensinando em sala de aula durante uma disciplina que já teria esse projeto, se você vai indicar tutoriais ou se você vai ter semanas de workshops específicos. Existem 'N' soluções, tudo vai depender da competência do professor e do espaço que ele tem para incorporar isso dentro daquelas horas aulas. Então eu não acho que exista uma solução, existem múltiplas soluções, mas tudo isso é requerido.

Qual é a motivação para ensinar BIM na graduação de arquitetura e urbanismo?

Eu entendo que em qualquer graduação, seja de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo ou qualquer uma delas, você não faz o ensino do BIM, você tem BIM no ensino. É ao contrário, entendeu? Existe muito esse termo, o ensino de BIM ele é válido, eu acredito para cursos de educação continuada, especializações de foco é o BIM, mas na graduação você tem BIM no ensino, então ele é disperso, ele está ali escondido, agora é requerido, acredito que um exercício de você formalizar, então nos programas, nas ementas, nos planos, o quê do BIM estará naquele ensino, é requerido.

Dentro de todos os conceitos que compõe o BIM, quais são ensinados no curso de graduação?

Eu acho que todas as formas de você incluir o BIM, são requeridas, então assim você vai incluir a parte instrumental de modelagem, com certeza eu penso numa disciplina na linha de informática aplicada ou das representações. Então, com certeza, eu acho que existe o ensino inicial instrumental em modelagem, associada a ferramentas BIM de autoria, existe espaço para isso.

Depois, eu não sei se é dentro das disciplinas mais técnicas como a de conforto, aquelas que falam de aspectos do conforto térmico, do conforto acústico e se a gente ali não é incluído no ensino marginal, talvez da simulação. Então, não que seja uma coisa que o professor em sala de aula vai ensinar (se ele tiver a competência), fazer o uso dessas simulações que fazem uso do modelo. E aí sempre o professor vai ter que ser aquela pessoa que também sabe e conhecer

questões de interoperar modelos, de trafegar o modelo, de traduzir o modelo para os esquemas de dados e os formatos que cada programa de simulação requer, então precisa também dessa competência. Pode ser feito dentro das horas aulas de uma disciplina, ou ser colocado como tutoriais, como uma habilidade que o professor espera que o aluno adquira de forma 'marginal' aquele conteúdo que ele está dando. Pode acontecer assim, pode ser também por meio de eletivas, então você não garante a competência para todo o corpo discente que está se formando, para alguns específicos que fazem algumas eletivas.

Qual abordagem é adotada para educação em BIM? Existe uma linha de disciplinas que trate apenas do assunto, ou ele é tratado dentro outras linhas de disciplinas (como informática ou tecnologia da construção)?

Ele é escondido, não existe uma ênfase explícita "vamos ensinar BIM". Ela é uma coisa muito escondida e que é muito dependente dos professores, as competências e vontades dos professores, então é uma inserção do BIM muito fragilizada, porque ela pode se perder a qualquer momento.

Aqui na formação, a gente tem as disciplinas de ateliê, que são as disciplinas de projeto, no espaço de ateliê e o espaço de fundamentos associados. Então geralmente é uma disciplina de 'horas aulas' maior e o fundamento às vezes é, por exemplo, quando o ateliê tem o enfoque na escola, então no espaço escolar, né? Então geralmente associa-se a isso a parte de desempenho de conforto térmico, quando o ateliê é a parte de teatros ou de salas de conferência, esses ambientes artísticos para você ouvir.

Então aí associa-se à parte de acústica. Tem um pouco da projeção daquela tipologia específica e um pouco da fundamentação do desempenho ambiental associado aquilo. Nem sempre tem a associação com desempenho ambiental, então às vezes a gente tem uma disciplina, um dos ateliês é de adaptação, outro de teatro, de escolas, outra é de verticalizados, depois espaços complexos, então multifunções, por exemplo. Então sempre existe o ateliê de projeto, então é aquele professor acompanhando, ensinando o processo de projetar para o aluno, de forma na prática do ateliê, mas também existe horas aulas de uma fundamentação de uma teoria associada. Então isso é muito curso de arquitetura e urbanismo da Unicamp.

Quais são os métodos utilizados no ensino BIM? Aula práticas e/ou teóricas?

A parte da modelagem realmente é uma ênfase muito prática, e eu acredito que essa outra parte da simulação, a parte da projeção ou da documentação, que vocês conseguem extrair, ela é muito solicitada do aluno, mas não formalmente ensinada. Então existe muito uma dependência do autodidatismo ou do empreendedorismo de aprendizado do aluno.

Existe a integração do BIM junto a outras disciplinas? Se sim, como essa integração ocorre? Caso negativo, acredita que essa integração possa ocorrer?

Não chega a ser integrado, é uma iniciativa que parte mais do docente e, até 2019, nós tínhamos uma disciplina chamada projeto colaborativo, que eu sempre estive envolvida. Agora ela não tem mais, ela foi transformada num projeto vertical. Então numa disciplina de projeto vertical, onde você envolve os alunos do mesmo semestre par ou do mesmo semestre ímpar, mas geralmente só existe essa disciplina. Essa é uma disciplina do primeiro semestre e é lançado um edital de chamamento de professores que querem oferecer e como vão oferecer essa disciplina. E aí essa parte de projeto colaborativo de você integrar projetos, discutir projetos e pensar a compatibilização, é feita nessa disciplina.

O ensino e uso do BIM na graduação pode ser uma ferramenta para estimular uma maior interdisciplinaridade no curso de arquitetura e urbanismo?

Agora sobre ser interdisciplinar, nossa existe tanta forma de ser interdisciplinar, você pode ser interdisciplinar por exemplo horizontalmente, no mesmo semestre três disciplinas conversarem/trabalharem o mesmo exercício, isso eu já fiz muito quando eu dava a aula. A minha disciplina, que era a disciplina de informática aplicada, que eu já estava introduzindo a modelagem de informação, de forma instrumental, então ensinando fazer uso de uma ferramenta específica de modelagem, e no mesmo semestre existia disciplina de maquetes, então o exercício da maquete era o mesmo exercício que a gente aplicava na disciplina de modelagem. E era uma conversa maravilhosa, quem dava era o professor Wilson Flório, que também é professor no Mackenzie em São Paulo, então ele tinha um enfoque de arquitetura Paulista Modernista, para fazer as

primeiras maquetes físicas dos alunos e geralmente são modelos “fáceis” de você modelar, porque o telhado é geralmente achatado a platibanda muito geométrica, muito retangular, volumes, vazios, então era uma coisa muito gostosa, e o aluno quando ele fazia todo o exercício de resgatar o projeto, ir atrás das informações daquele projeto para ele entender, para fazer a maquete, ele também aplicava comigo. Então, ele entendia melhor a maquete que tinha que fazer pelo ato de pensar o modelo em 3D. E era uma delícia.

Depois nós também já fizemos um experimento, envolvendo as três disciplinas, então horizontalmente a disciplina de ateliê, então nesse semestre geralmente eles fazem instalações efêmeras, que você constrói e desconstrói.

Então teve um ano que eles tinham que fazer um abrigo para no caso de enchentes, então a pessoa tinha que construir um abrigo de pouca metragem, e aí o que que eles fizeram, modelaram na disciplina de informática aplicada, fizeram a maquete na escala 1:1 na disciplina de maquete, do exercício projetual deles, e eles construíram e foram dormir uma noite no abrigo que eles projetaram.

Existe muita possibilidade de você fazer integração horizontal, vai muito de um bom diálogo entre professores, do querer aquilo ou da coordenação de graduação incentivar aquilo.

Agora, se o BIM ele incita a colaboração, não sei se por natureza ele incita, creio que algo que incita a colaboração, e não o BIM, é uma estratégia didática, uma abordagem que vai incitar. O BIM pode viabilizar, mas não sei se ele incita.

Quando a gente fala de colaboração, pensando da modelagem da formação da construção no ciclo de vida, sempre nós estamos pensando na junção de diferentes especialistas, então é arquitetura com a estrutura, sistemas prediais,

então sempre quando você fala de colaboração está falando sobre o processo de compatibilização ou quando você está concebendo, você vai trazer os requisitos, então você tá concebendo, você traz requisitos da construção, você tá concebendo, você traz requisitos da operação, está concebendo, você traz requisitos desconstrução.

Assim, eu acho que na arquitetura é muito mais natural está pensar em interdisciplinaridade. Você pode criar situações de ensino onde você coloca o pessoal da arquitetura numa disciplina, colaborando com alunos da Engenharia Civil, onde eles terão um foco no custo, no desempenho financeiro e os alunos de Arquitetura e Urbanismo vão ter foco no desempenho ambiental. Aí coloca -se eles, de certa forma, um criticar a solução do outro, chegar numa solução ótima entre os dois, ou você pode promover essa parte de colaboração, de interdisciplinaridade na concepção, quando você cria equipe de projeto de um ateliê de projeto, seu foco vai ser pensar em desconstruir, o seu foco vai ser pensar a questão estrutural ou a questão de como isso aqui é construído no canteiro, e o seu foco vai ser a forma e função, todos têm questão de forma e função, mas cada um puxa um desempenho específicos. Aí eles têm que chegar, com certeza eles vão chegar em soluções diferentes e vão ter que otimizar essa solução.

E quando você vai otimizar uma solução, e não compatibilizar uma informação, você não usa, por exemplo, compatibilizar um conjunto de soluções, você está buscando quem compete no mesmo lugar, então vamos desfazer essa competição. Então tem muita coisa passando dentro de um shaft ou tem um pilar dentro de um shaft, tem um tubo passando por uma viga, tem duas coisas no mesmo lugar, então dois objetos competindo pelo mesmo espaço geométrico,

vamos ver quem fica lá quem se desloca. Isso é um exercício de compatibilização que é muito associado à colaboração, certo? Mas quando eu estou fazendo uma solução que o enfoque é o custo, quando estou fazendo uma solução que o enfoque é o desempenho ambiental e quando estou fazendo, por exemplo, acústico e térmico, como que é compatibilização? A compatibilização, o que você quer, o que é bom é aquilo que compete o mesmo espaço, porque aí eu estou concordando, e o que é ruim é aquilo que não compete o mesmo espaço, mas não existe nenhum ferramental no BIM que diz assim “esses dois aqui não estão competindo nesse mesmo espaço”, entende? Então assim a conversa é outra, ninguém discute isso, a conversa é totalmente outra. Eu gosto de estar, eu gosto que a minha parede tenha ficado no mesmo lugar que a sua, mas o meu espaço está um pouco assim, o seu espaço está um pouco assado, então eu tenho que convergir no mesmo espaço. Ninguém discute isso, e é isso que tem que ser discutido.

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO
COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Ensino de BIM e interdisciplinaridade na graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil

Pesquisador: FELIPE FREIRE ANTONOFF

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 25700919.9.0000.5390

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.711.691

Apresentação do Projeto:

Sem espaço para que disciplinas adicionais sejam acrescentadas às matrizes curriculares existentes, a incorporação do BIM ao nesses matrizes mostra-se uma alternativa viável, estimulando também a questão da interdisciplinaridade nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Assim, a metodologia utilizada para o desenvolvimento dessa pesquisa está baseada em: Revisão aprofundada da bibliografia selecionada, com ênfase nas experiências de implementação do ensino de BIM nos cursos de graduação de arquitetura e urbanismo nacionais e internacionais, conceitos para adoção de BIM por diversos agentes (contratantes, projetistas, gerentes de projeto, etc.), além de toda literatura base de BIM, como manuais, normas e legislação. Também será revista bibliografia que aborde aspectos pedagógicos do ensino interdisciplinar em cursos superiores e o ensino de arquitetura e urbanismo. Entrevistas junto a professores, pesquisadores e profissionais que se destacam em relação ao tema, com o objetivo de esclarecimentos de possíveis dúvidas, aprofundamento de questões levantadas e trocas de informações e experiências. Prevê-se a possibilidade de utilização dos recursos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP como monitor em disciplinas que possuam abordagem de BIM em seu conteúdo, para uma verificação mais próxima do dia a dia no ensino, assim como o contato com outras instituições acadêmicas e empresas ligadas ao setor para facilitar a obtenção de material de estudo e suporte. A partir dos dados coletados, será realizado uma análise descritiva,

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

UF: SP

Município: SAO PAULO

CEP: 03.828-000

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br

Continuação do Parecer: 3.711.691

buscando a visualização dos dados e a caracterização da situação do ensino de BIM nos cursos cujos professores responderam à pesquisa on-line.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário

- Analisar a situação atual do ensino de BIM para verificar oportunidades de interdisciplinaridade nos cursos de graduação de arquitetura e urbanismo no Brasil.

Objetivo secundário

- Identificar processos de implementação de BIM em cursos de arquitetura e urbanismo dentro e fora do Brasil;
- descrever experiências de ensino de BIM em cursos de graduação nacionais e internacionais;
- analisar as experiências e compara-las, considerando diferenças em aspectos sociais, econômicos e pedagógicos, entre outros;
- identificar as principais dificuldades de adoção de BIM nos cursos de arquitetura no Brasil;
- analisar a matriz curricular e infraestrutura de cursos de arquitetura e urbanismo, que já possuam tentativas de incorporação de BIM no ensino;
- coletar relatos dos professores dos cursos analisados, descrevendo os processos desenvolvidos nos cursos para ensino de BIM e resultados atingidos com os mesmos;
- apresentar propostas de implementação de ensino de BIM em cursos de graduação de arquitetura e urbanismo, visando a questão da interdisciplinaridade e integração de disciplinas na formação em arquitetura e urbanismo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos

Os riscos de participação nesta pesquisa são mínimos, sendo o caso de alguma pergunta causar algum desconforto, evocar sentimentos ou lembranças desagradáveis ou levar à algum nível de cansaço ao responder o questionário, o entrevistado poderá optar pela suspensão imediata do mesmo.

Benefícios

Espera-se que este estudo traga informações importantes sobre as questões relativas ao ensino de BIM (Building Information Modelling – Modelagem da Informação da Construção) e interdisciplinaridade na graduação em Arquitetura e Urbanismo de forma que possa contribuir

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

CEP: 03.828-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,
CIÊNCIAS E HUMANIDADES
DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - EACH/USP



Continuação do Parecer: 3.711.691

para uma formação de futuros profissionais da área mais alinhada com os aspectos de inovação do mercado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante para a área da Arquitetura e Urbanismo e Sistema de Informação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos foram inseridos na Plataforma Brasil conforme Resolução 466/2012 relacionada à Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Foram inseridos dois modelos de TCLE, recomendo a utilização do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NA ÍNTEGRA, pois este ressalta sobre o risco mínimo do participante.

Recomendações:

Recomendo a utilização do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NA ÍNTEGRA, pois este ressalta sobre o risco mínimo do participante.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado, pois todos os documentos foram inseridos na Plataforma Brasil conforme Resolução 466/2012 relacionada à Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Foram inseridos dois modelos de TCLE, recomendo a utilização do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NA ÍNTEGRA, pois este ressalta sobre o risco mínimo do participante.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1359486.pdf	11/11/2019 22:07:22		Aceito
Declaração de Pesquisadores	carta_protocolo_pesquisa.pdf	11/11/2019 22:06:00	FELIPE FREIRE ANTONOFF	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	RoteiroEntrevistaEstruturada.docx	11/11/2019 22:02:39	FELIPE FREIRE ANTONOFF	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido_R01.docx	05/11/2019 12:31:54	FELIPE FREIRE ANTONOFF	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_2019_Felipe_Antonoff_R02.docx	03/10/2019 20:38:38	FELIPE FREIRE ANTONOFF	Aceito

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

CEP: 03.828-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br

USP - ESCOLA DE ARTES,
CIÊNCIAS E HUMANIDADES
DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - EACH/USP



Continuação do Parecer: 3.711.691

Outros	Questionario_Online.pdf	03/10/2019 20:37:56	FELIPE FREIRE ANTONOFF	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	03/10/2019 20:31:50	FELIPE FREIRE ANTONOFF	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 18 de Novembro de 2019

Assinado por:
Rosa Yuka Sato Chubaci
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Arlindo Béttio, nº 1000

Bairro: Ermelino Matarazzo

CEP: 03.828-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-1046

E-mail: cep-each@usp.br