



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

EDITAL PROPIT Nº 03/2021 PIBIC/FAPESPA

Estrutura do Projeto

Unidade

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARA -> UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARA

Título

As transformações ocasionadas pelo BIM na prática e no ensino de Projeto de Arquitetura

Projeto trata de ações afirmativas? Escreva Sim ou Não.

Não se aplica.

Unidade / SubUnidade Acadêmica

Instituto de Engenharia do Araguaia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (IEA/Unifesspa)

Área do Conhecimento

6.04.00.00-5 Arquitetura e Urbanismo

Área temática principal ou linha temática

6.04.02.00-8 Projeto de Arquitetura e Urbanismo

Palavras-chave

BIM, CAD, Processo de Projeto.

Resumo

O advento da plataforma Building Information Modeling (BIM - Modelagem da Informação da Construção) vem permitindo muitas transformações no processo de Projeto de Arquitetura, Paisagismo, Urbanismo e Engenharia, gerando expectativas de mudanças tanto na prática quanto no ensino. Desse modo, o objetivo principal desta pesquisa é conhecer e analisar as novas possibilidades resultantes da introdução do BIM. Trata-se de uma pesquisa exploratória sobre as evoluções sobre representação e gestão projetual, arquitetura complexa, fabricação digital e prototipagem rápida e ensino, pesquisa e extensão utilizando o BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Os dados serão coletados por entrevistas com profissionais projetistas e docentes que utilizam o BIM. Espera-se que tais resultados possam ampliar esta discussão e contribuir com registro de novos processos, críticas e instruções que subsidiem, por sua vez, novas ferramentas para ensino e extensão.

Introdução

Desde as últimas décadas do século XX, os avanços tecnológicos estão mudando o processo de projeto, de construção, de ensino e de pesquisa em diferentes disciplinas de projeto de Arquitetura, Urbanismo, Paisagismo e Engenharia. Depois do ganho de agilidade e de produtividade em desenhos digitais proporcionado pelo Computer-Aided Design (CAD - Desenho ou Projeto Assistido por Computador), o Building Information Modeling

(BIM - Modelagem da Informação da Construção) está ampliando novas possibilidades em modelagem paramétrica integrada ao processo criativo, fabricação digital, análises, orçamentos etc. Nesse universo de inúmeras possibilidades, surgem também muitos questionamentos. Quais são as expectativas de mudança com a implementação do BIM no campo da Arquitetura, Urbanismo, Paisagismo e Engenharia? O que de fato está mudando na prática de projeto? Como isso está sendo avaliado pela crítica da produção arquitetônica contemporânea? E no ensino de projeto, quais mudanças já estão acontecendo? E quais mudanças ainda são necessárias?

Diante de tais indagações, este projeto de pesquisa busca conhecer e analisar as novas possibilidades na atuação e no ensino de projeto com BIM em Arquitetura e Urbanismo, e Engenharia Civil. Entendendo que, em um período de intensos avanços tecnológicos, é necessário avançar constantemente em pesquisas para gerar novos conhecimentos sobre processos contemporâneos de prática e de ensino de projeto, para atualizar profissionais projetistas e docentes e para preparar estudantes para desafios atuais. O referencial teórico abrange essa transição entre os sistemas CAD e BIM, explanando questões sobre processo de projeto, arquitetura complexa e fabricação digital; e experiências universitárias de ensino e extensão. O desenho de metodologia propõe uma pesquisa exploratória que conta com coleta de dados por entrevistas a profissionais projetistas e docentes.

Justificativa

Do Sistema CAD ao BIM, são inúmeras as transformações e possibilidades dentro do universo da construção civil. Esses avanços em modelagem paramétrica, códigos de programação, prototipagem rápida e realidades virtual e aumentada estão gerando novas possibilidades de projeto com modelos virtuais com inúmeras informações; novas formas de documentação do projeto; diversas possibilidades de análise e avaliação de estudo da forma, conforto, instalações, estrutura, economia etc.; estreitamento da relação entre o mundo virtual e o real através da produção rápida de protótipos; uma nova forma de fabricação, instalação e montagem no canteiro de obras; e uma nova forma de gestão do processo de projeto, mais colaborativa e horizontal, desde sua fase inicial. Trata-se de intensas transformações que, de certa forma, acompanham os pensamentos contemporâneos de um sistema mais colaborativo e de compartilhamento de informações e experiências, graças às recentes evoluções da web 2.0, de softwares sociais (redes sociais, wikis e blogs) etc. (RAFAEL, 2017, p. 40-5). Para melhor explanação, esta seção se divide: 2.1 transição entre sistemas CAD e BIM; e 2.2 BIM nas universidades, com as mudanças no ensino e na extensão de cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.

2.1 Transição entre sistemas CAD e BIM

O sistema de modelagem e representação de projeto arquitetônico tradicional era feito de forma manual até a interferência do meio tecnológico e a apresentação do modelo CAD amplificado a partir dos anos de 1980. O software bastante usual AutoCAD foi criado em 1982. Esse modelo proporcionou a automatização e uma maior qualidade e eficácia na produção dos projetos arquitetônicos e complementares. Apesar destas evoluções, suas formas geométricas básicas são manipuladas de tal modo que somente os projetistas podem atribuir um significado para as formas e linhas, tal como na representação analógica de parede, tubulação, fiação, dentre outras. As representações trabalham de forma individual e qualquer modificação deve ser corrigida de forma manual em cada vista, assim como as possíveis incompatibilidades entre as diferentes disciplinas.

Ainda nos anos 1980, graças a super computadores de maior velocidade e capacidade de processamento de dados, segundo Omena, Laura e Oliveira (2019, p. 231-8), o Projeto de Arquitetura adentra ao método algorítmico de documentação. Essa transição entre os métodos algorítmico e seu antecessor (o computacional) aconteceu com a programação dentro dos programas de desenho para auxílio na composição formal. Esses novos sistemas ultrapassaram a reprodução de atividades repetitivas de desenho e passaram a afetar o método de projeto com novos procedimentos para encontrar soluções inovadoras na composição de geometrias não convencionais, emergindo a chamada Algorithm Aided Design (AAD), ou arquitetura assistida/auxiliada por Algoritmo. Assim, os objetos não são desenhados com mouse, mas sim definidos por uma programação específica. Esse método baseado no algoritmo estabelece uma nova ligação entre ideia e produto e entre projetista e projeto.

Os novos avanços tecnológicos resultaram na plataforma BIM ou Modelagem da Informação da Construção. Uma das ferramentas que mais vem se destacando nessa plataforma é o software REVIT, desenvolvido pela

empresa Autodesk. Nessa tecnologia BIM, não se trata de apenas a representação de linhas e sim, tal como em uma construção virtual, dos próprios componentes como parede, porta, tubulação etc. Dentre alguns desdobramentos, destacam-se a seguir as transformações no processo de projeto, o desenvolvimento de arquitetura complexa e a fabricação digital.

Segundo Max Holanda (2019), se o AutoCAD é a evolução da prancheta, o REVIT seria a evolução da maquete. Trata-se de um sistema modificável de acordo com as relações entre os elementos e conjuntos e compreensível através da geometria como um resultado final de um modelo paramétrico inteligente. Em sua pesquisa de comparação entre ambos os softwares, realizada no ano de 2017, o autor observou escritórios migrando do AutoCAD para o REVIT sob a justificativa de que seria uma ferramenta mais adequada ao tempo de execução das etapas de projeto, assim como uma solução para representar arquitetura de forma tridimensional.

O estudo comparativo das tecnologias CAD e BIM sobre projeto Minha Casa Minha Vida realizado por Nunes e Leão (2018 p. 47-61) apontam algumas importantes considerações. Enquanto, na interação representacional, são utilizados dois softwares, o AutoCAD para o modo 2D e o SketchUp para a modelação 3D, no conceito BIM, é utilizada apenas a ferramenta Revit que trabalha nas duas dimensões. Como desvantagens do processo em BIM, destacam-se as falhas nos projetos de estruturas e de instalações elétricas e hidráulicas devido à não adequação às normas brasileiras. Essa limitação no processo de produção resultou na adequação manualmente aos parâmetros brasileiros. Isso foi observado no projeto estrutural, no qual o Revit demandou mais tempo devido às incompatibilidades e adequações que vieram a ser feitas ao longo do processo. Porém, apesar de haver limitações de softwares na metodologia BIM, trata-se ainda de uma maneira melhor no desenvolvimento (modelagem) acumulado de todos os projetos nessa plataforma devido ao tempo final menor em relação ao CAD. Isso pode ser observado nos resultados que mostraram que o desenvolvimento do projeto arquitetônico completo através do Revit (BIM) foi 41% mais rápido que o AutoCAD (CAD) e o desenvolvimento de projeto com alterações chega a ser 21% mais rápidos com a modelagem BIM, em comparativo ao CAD. Já no projeto de instalações elétricas e hidráulicas, existe um melhor detalhamento comparado ao AutoCAD. Com isso, apesar de não se esgotar todos os questionamentos sobre a comparação entre os dois sistemas, observou-se uma maior eficiência durante o processo de desenvolvimento de projetos no método BIM em relação ao método CAD tradicional.

2.1.1 Processo de projeto

Sobre a implantação do BIM, Batistello et al (2019, p. 9) enquadram essa possibilidade nos seguintes estágios: (1) modelagem em software paramétrico tridimensional (ArchiCAD®, Revit®, Digital Project® e Tekla®) com ganhos na geração de documentos em uma única disciplina; (2) colaboração entre disciplinas e responsabilidades por componentes; e (3) integração baseada em redes, onde é possível executar análises complexas em estágios iniciais de projeto e construção virtual.

Em relação à documentação não paramétrica (analógica ou computacional), o processo de compatibilidade era feito de forma por etapas individuais, pouco ágeis, suscetíveis a erros e retrabalhos. Com a plataforma BIM, a leitura e a disposição do projeto tornam-se mais fáceis e embutidas de complexas informações. As revisões no BIM podem ocorrer de forma interativa em todos os documentos. Esse conjunto de recursos geram um arquivo com um formato particular de documentação com extensão .ifc. Trata-se de arquivos de dados, em vez de documentos ou meios de comunicação, diferente .dwg do CAD. A função descritiva dos materiais pode gerar documentos tais como planilhas quantitativas e orçamentarias que visam uma agilidade na parte administrativa da obra, reduzindo custo e tempo. Em relação ao processo de projeto, tornou-se possível gerenciar as diversas etapas de projeto e de execução. Essa nova forma de gerenciamento da construção civil melhorou a eficácia do processo de projeto como um todo, reduzindo tempo, erros, retrabalhos e omissões de projeto e conferindo maior qualidade e funcionalidade dos projetos (COSTA et al, 2015, p. 4-8).

Para Santos e Lima (2019, p. 99-104), essas transformações ao longo dos últimos anos se configuram em uma grande revolução em todo o segmento da indústria da construção civil. As plataformas BIM possibilitaram a elaboração e execução de um modelo virtual preciso de um projeto, oferecendo, assim, a oportunidade de solucionar, previamente, inúmeros problemas antes de sua execução. O projeto realizado em BIM é capaz de agregar todas as partes envolvidas no planejamento de uma construção, como o orçamento, cronograma de obra e cronograma físico-financeiro, contendo informações aprofundadas sobre cada detalhe da construção e que podem ser utilizadas por todos os envolvidos, desde engenheiros e arquitetos até planejadores e responsáveis pela compra de materiais. Dessa forma, o projeto, a construção e a operação passaram a ser feitos de modo

mais rápido, eficiente e econômico.

Ao alcançar o terceiro estágio de implantação do BIM com integração de redes, o Professor Florio (2005, 2011), da Universidade Presbiteriana Mackenzie, destaca que o processo de produção deixa de ser hierárquico sequencial e centralizado (com um líder de decisões) e passa a ser colaborativo (decisões em conjunto, troca rápida de informações), aumentando a produtividade com ganho de agilidade. Segundo Coelho e Novaes (2008), o projeto pode assumir um caráter mais colaborativo pela natureza de seu processo, composto por fases diferenciadas no qual intervêm um conjunto de participantes, com responsabilidades específicas, quanto a decisões técnicas e econômicas e quanto ao cumprimento de prazos.

Mattana e Ilha (2017) entendem que o BIM não é somente uma plataforma de sistemas operacionais, mas sim uma metodologia que pode influenciar diretamente na colaboração de determinado grupo durante um projeto com a possibilidade das trocas de dados entre os integrantes. Para Augusto e Amorim (2015, p.20), “deve-se entender o papel do BIM não somente como um pacote de softwares, mas também como um exercício de colaboração, sustentabilidade e gestão dos recursos”.

Nessa questão gerencial, destaca-se a aplicação da plataforma BIM em 4D, onde é possível fazer a junção dos os elementos gráficos de edificações ao planejamento para a construção, integrando assim o modelo em três dimensões de projetos ao cronograma de obras. Dessa forma, as informações geradas correspondem com a realidade do empreendimento, onde o gestor da obra pode acompanhar o avanço físico da construção e fazer o comparativo com o que foi elaborado durante o planejamento.

2.1.2 Arquitetura complexa

Graças a tais ferramentas, surgem, a partir dos anos 1990, novos objetos de arquitetura complexa (de geometria não-euclidiana) que até então o sistema analógico tinha dificuldade em sua representação (produção de plantas, cortes e fachadas). Nessa passagem do software de interação representacional para as interações paramétrica e algorítmica, Vasconcelos e Sperling (2016, p. 94-5) destacam maiores possibilidades de estudo da forma arquitetônica que nas interações paramétrica e algorítmica podem ser exploradas a partir da variação de seus parâmetros ou fórmulas. Isso não significa que a concepção arquitetônica é realizada por um computador, pois é necessária uma utilização consciente do arquiteto nessas interações paramétrica e algorítmica. No entanto, tais variações são realizadas com menores esforços humanos e com maiores (e novas) possibilidades de projeto.

Em outras palavras, Leite e Martins (2015, p. 1-4) apontam que, com a utilização da programação e de scripts, os arquitetos estão se tornando desenvolvedores de suas próprias ferramentas que abordam, além do estudo da forma, questões relacionadas a desempenho lumínico, térmico, estrutural, segurança, economia etc. Assim, “o script, ou programação, possibilita que o designer adapte, customize ou reconfigure por completo o software de desenho assistido por computador, de acordo com suas predileções e modos de trabalho”. Essa programação está transformando as relações entre o designer e seu produto, ou seja, o modo de projetar. Há uma maior sobreposição entre as fases de processo de projeto de análise, síntese e avaliação que podem ocorrer simultaneamente .

Entretanto, é importante instigar o papel crítico e questionador do arquiteto. Não somente para prepará-los para constantes atualizações; mas também para criticar a produção de arquitetura contemporânea frente às sedutoras inovações tecnológicas. Nesse universo tão abrangente, o ensino de projeto não pode diminuir sua ênfase na crítica da produção arquitetônica contemporânea. Dentre diversas questões, ressalta-se a competição entre arquitetos pela forma arquitetônica mais inovadora e complexa. Isso porque, segundo Heliana Vargas (2014, p. 4), o caráter simbólico e a visibilidade inerente à própria arquitetura a tornam mais atraente como instrumento de demonstração de poder, trazendo com ela visibilidade do arquiteto que se apresenta também ao olhar público. Assim, “não apenas a arquitetura dos edifícios, mas também o projeto urbano e o planejamento urbano têm sido usados como instrumentos de divulgação e promoção pessoais e político-eleitorais. O cliente é, então, o poder local”.

Otilia Arantes (2013, p. 48-50) destaca que as construções monumentais ou megaempreendimentos-âncora não corrigiram o antiurbanismo da geração anterior e são utilizados como instrumentos de poder no mundo dos negócios e das cidades globais .

Ignasi de Solá-Morales (2003) critica essa multiplicação de objetos arquitetônicos heterogêneos, cada um com seus discursos, parciais e fragmentados, desde os anos 1960 e 1970 (pós-moderno). Para ele, a arquitetura contemporânea é uma experiência pluriforme e complexa que perdeu as referências absolutas e aumentou a distância entre a prática e a teoria do projeto de arquitetura. Essa arquitetura débil cuja presença não está

conectada ao lugar resulta em uma topografia da arquitetura contemporânea com paisagens desoladas e naturezas mortas.

Isso se assemelha à crítica de Bruno Zevi (2002) sobre “urbanidade”:

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

Ou seja, destaca-se a produção arquitetônica com formas cada vez mais ousadas, mas que, apesar dos avanços tecnológicos, não respondem positivamente em sua relação com a escala humana e/ou com a paisagem. Desse modo, é importante se aprofundar nas novas possibilidades e processos de projeto com BIM, mas sem afastar-se de relevantes críticas da Arquitetura. É válido reforçar a estima de projetar edifícios com “seus olhos voltados para a rua”, como explica Jane Jacobs (2009, p. 35-6); ou nas palavras de Jan Gehl (2013, p. 79), com uma “fachada ativa”, “com lojas alinhadas, fachadas transparentes, grandes janelas, muitas aberturas e mercadorias expostas”.

O arquiteto paisagista Edward Hutchison (2011, p. 46-7) também traz uma interessante resposta para o desafio de projeto, dizendo que uma intervenção não pode surgir de uma “folha em branco” (ou de um modelspace vazio), pois “o projeto da paisagem é sempre a conversão de um lugar existente em alguma coisa”. Isso reforça a responsabilidade ao arquiteto sobre seu papel de intervenção na paisagem e na qualidade espacial de seu entorno. E, sem deslegitimar a importância do croqui, da vivência com o local etc., acredita-se que as ferramentas digitais podem contribuir no estudo de melhor relação com o entorno.

Rheingantz (2016) exemplifica arquitetos, tais como Frank Gehry, Renzo Piano, Herzog & de Meuron, que iniciaram seus projetos de forma analógica com croquis e maquete física antes de sua digitalização. Para ele, em vez do confronto, é produtiva a mescla de analógico e digital. Pois, tanto na prática quanto no ensino de projeto, as duas linguagens são necessárias e complementares, e não contraditórias.

2.1.3 Fabricação digital

Esses avanços estão possibilitando também novos meios de fabricação digital com modificações profundas no campo da construção civil gerenciadas por informações digitalizadas e uma conexão direta entre o que pode ser projetado e como pode ser construído. Essa produção file-to-factory acontece quando os arquivos de projeto informam diretamente às máquinas de usinagem para produção (MEDEIROS, 2019, p. 28).

O Arquiteto Professor Henriques (2016a, 2016b) explica que a modelagem paramétrica associada aos avanços da robótica está proporcionando a integração entre Computer-Aided Design (CAD), Computer-Aided Engineering (CAE) e Computer-Aided Manufacturing (CAM). Os Fab Labs (Fabrication Laboratory; laboratório de fabricação digital) permitem essas novas relações entre o projeto e fabricação, graças à impressora 3D, corte a laser, máquinas de Controle Numérico Computadorizado (CNC), técnicas aditivas, subtrativas e deformativas da robótica etc. Isso está possibilitando manufaturar componentes de edifícios, montar, instalar e executar o seu acabamento final (soldagem, pintura, polimento), e promovendo novos métodos e lógicas dentro da indústria da construção civil.

David Sperling et al (2016, p. 119) apontam a popularização de Fab Labs devido à diminuição de seus custos, expiração de patentes, fabricação de equipamentos regionais etc. e já se encontram disponíveis na escala do usuário doméstico.

Neves (2014, p. 39-41) acredita que os Fab Labs podem resultar em um novo sistema produtivo mais horizontal, colaborativo, distributivo, personalizado, com participação coletiva em espaços de domínio público e acesso ao livre conhecimento disponibilizado nas redes globais.

Em relação a integração entre concepção e construção/fabricação, o projeto assume um novo papel de alimentar o sistema de fabricação digital, traduzindo em materialidade os elementos concebido virtualmente. Assim, o processamento da informação é um sistema virtual e a fabricação é realizada por máquinas controladas por computador (LEITE e MARTINS, 2015, p. 4).

Para Batistello et al (2015, p. 137), a Prototipagem Rápida, seja em escala reduzida ou 1:1, é um instrumento que materializa os arquivos digitais em um curto espaço de tempo. Ou seja, protótipos virtuais podem ser rapidamente transmitidos para novos protótipos físicos, permitindo melhor compreensão, avaliação e, quando houver mais de uma opção, comparação dos atores envolvidos no processo de projeto arquitetônico.

No sistema construtivo pré-fabricados do tipo Engineer-To-Order (ETO) na indústria da construção civil, o BIM está facilitando essa troca de informações por meio de compartilhamento fazendo a interação entre todas as pessoas envolvidas no processo de produção, planejamento e execução. Isso permite identificar com mais rapidez uma falha em um de seus processos, evitando um retrabalho futuro. Junto à produção enxuta, acredita-se em uma diminuição dos gastos, pois só é produzido o que o cliente pede com a quantidade desejada. A inserção do modelo BIM envolve o processo de montagem, com a organização dos equipamentos usados, o planejamento logístico dos suprimentos, com apoio do programa Synchro PRO e de modelagem com auxílio do software LOD 300 (BATAGLIN et al, 2018, p. 174- 189).

2.2 BIM nas universidades

No processo de ensino-aprendizado, Benedetto, Bernardes e Pires (2017, p. 70) destacam que a implantação do BIM ainda carece de profissionais qualificados nos cursos superiores de Arquitetura e das diversas Engenharias. Existe uma certa dificuldade de acompanhar a velocidade dos avanços tecnológicos de projeto e de produção de arquitetura, devido às necessidades de infraestruturas, como laboratórios, hardwares, softwares e de capacitação profissional dos docentes e técnicos (AUGUSTO e AMORIM, 2015 p. 27). Além disso, Batistello et al (2019, p. 4-13) destacam a pouca aproximação às escalas de planejamento urbano e regional (maior foco na Arquitetura), necessitando maior aprofundamento em City Information Modeling (CIM).

Por outro lado, há avanços em atividades de ensino e extensão de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil que estão incorporando o BIM. Neste sentido, Augusto e Amorim (2015, p.19) classificam esse processo de introdução do BIM em três possíveis etapas: (1) enfoque na modelagem paramétrica; (2) enfoque na colaboração; e (3) enfoque na criação compartilhada e colaborativa do modelo da edificação. Já Pepe et al (2018, p. 677-81) classificam em outros três níveis: (1) nível básico ou geral, com conhecimento das ferramentas; (2) nível avançado, com abrangência a processos envolvendo vários atores; e (3) nível profissional, quando o processo chega até a etapa de produção.

Nas introduções mais avançadas, adentra-se em uma discussão importante sobre integração de disciplinas internas nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, como as experiências de Ateliê Integrado ou Projeto Integrador, assim como entre cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharias. Essas matrizes compartilhadas entre cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil, Técnico em Edificações, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Mecatrônica, Eletrotécnica, Engenharia Agrônômica etc, podem possibilitar o trabalho interdisciplinar e em rede.

Para melhor explanação sobre esta revisão, apresentam-se a seguir: 2.2.1 Ateliê integrado; 2.2.2 BIM no ensino e extensão; e 2.2.3 integração entre cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.

2.2.1 Ateliê integrado

Antes do advento do BIM, já existia a discussão sobre novos papéis do professor e do aluno e da integração de unidades curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Como exemplo de desarticulação, Medeiros (2019, p. 28) critica, no ensino da Arquitetura, a “dificuldade de explorar a energia expressiva da construção”, pois é persistente a “desarticulação entre o pensar a forma e o pensar a técnica, que denuncia um vácuo de conhecimento em tectônica”.

Como experiência pioneira no Brasil de integração de conteúdos de diferentes componentes curriculares, destaca-se a proposta do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Segundo Cavalcante et al (2015, p. 492-3, 497-501), esse “avanço pedagógico” aconteceu graças ao processo de discussões coletivas entre coordenação, professores e alunos, realizadas ainda nos anos 1987 e 1988. Para melhor qualidade do ensino, essa integração busca uma síntese dos conhecimentos diversos: tecnologia, teoria, história, representação, projeto. É uma forma de reverter a fragmentação das disciplinas de arquitetura na institucionalização do ensino da profissão. Isso conduz ao compartilhamento de conhecimentos, ao trabalho conjunto entre professores e alunos e ao ganho de qualidade no processo de aprendizagem .

Para Batistello et al (2019, p. 4-13), essa abordagem integrada no ensino de Arquitetura se aproxima da relação com o mercado de trabalho, renova os padrões didáticos e poderia alcançar a chamada tríade de competências: conhecimento como a teoria; habilidade como o saber fazer; e atitude como a ação de colocar em prática. Para os autores, é importante não focar no resultado, mas sim no processo. “É sobre o processo que é preciso

discutir. O processo de aprender ‘fazendo’, não é o mesmo processo de ‘saber fazer’, que trabalha as habilidades acadêmicas” (ibid, p. 5). Assim, embora haja uma ênfase de aproximação à realidade, os autores reforçam que “atitudes sem conhecimentos não geram resultados, por isso as atitudes devem ser respaldadas na integração de conhecimentos”. Essa proposta de aprendizado (mais autônoma e focada na aprendizagem e não no ensino) necessitaria de estratégias pedagógicas mais ativas e inovadoras, sendo a tecnologia BIM uma das ferramentas que podem ajudar na integração de equipe e na realização de avaliação nas etapas de análise e de síntese no projeto de atelier integrado.

2.2.2 BIM no ensino

A introdução do BIM no ensino de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Civil não está consolidada. Mas é possível observar importantes iniciativas em diferentes estágios de implantação tanto no Brasil quanto no exterior.

Um dos casos pioneiros, que inclusive alcançou o nível avançado de implantação do BIM, é do curso de Arquitetura da Penn State University. A entrada do BIM teve origem em 2004 através de um seminário em parceria com a Autodesk. Em 2005, o ensino do Revit passou a fazer parte de uma unidade curricular do 2º ano e uma abordagem mais teórica sobre essa metodologia foi incorporada a uma unidade curricular existente. Em 2009, foi construída a unidade curricular de projeto interdisciplinar Interdisciplinary Collaborative BIM Studio, juntando alunos em equipes multidisciplinares de projeto (engenharia, arquitetura-engenharia e arquitetura paisagista). A presença de curso de engenharias no mesmo campus facilitou o aparecimento desse novo modelo de ensino. Esta disciplina se estrutura em uma fase de elaboração de um Plano de Execução BIM, com definição de objetivos da equipe, de tarefas, responsabilidades, calendários etc.; e de desenvolvimento de projeto, seguindo método de trabalho Integrated Project Delivery (modelo virtual BIM partilhado por todos) sendo que os próprios estudantes de arquitetura são projetistas e paralelamente responsáveis pela coordenação da equipe. O programa e a localização se assemelham a um projeto real e a avaliação é feita em relação ao “grau de interoperabilidade atingido entre as diferentes disciplinas visível na qualidade da proposta final” (PEPE et al, 2018, p. 677-8).

Na École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse, na França, foi criada, em 2006, a unidade curricular optativa - Maquettes numériques et nouvelles pratiques de collaboration, onde se introduziu a tecnologia BIM com estudos de modelagem e cálculos sobre consumo energético. Em 2013, na unidade curricular do 4º ano Séminaire, surgiu uma nova opção: Architectures Numériques, cujo objetivo era a reflexão da complexa relação entre forma e informação na produção arquitetônica. A disciplina se divide em duas fases. Na primeira, os alunos em grupo desenvolvem um projeto em IFC BIM, presencialmente e à distância, com usos do software Solibri Model Checker e da plataforma Moodle. Na segunda, designada por Architectures paramétriques, é realizada uma pesquisa teórica sobre processo de trabalho em BIM (PEPE et al, 2018, p. 679).

Já na University of Salford, no Reino Unido, foi criado, em 2014, um curso de Arquitetura onde o BIM já está introduzido no plano curricular. No 1º ano, há o módulo Principles of Architectural Structures sobre modelagem, visualização e análise de estruturas em softwares BIM. No 2º ano, o módulo Performance Modelling and Integrated Design oferece uma experiência colaborativa entre os alunos de Arquitetura com foco em simulação energética; já o módulo Multidisciplinary Project 2 adentra em projeto em equipes multidisciplinares com parceria de alunos de outros cursos (Quantity Surveying, Building Surveying, Construction Management e Architectural Technology) (PEPE et al, 2018, p. 678-9).

Na América Latina, em um panorama do ensino de projeto de arquitetura em ambiente digital, Vasconcelos e Sperling (2016, p. 97) levantaram que “em sua grande maioria, os experimentos de design digital vêm sendo conduzidos não por disciplinas de atelier de projeto, mas por disciplinas das áreas de representação e tecnologia das construções”.

Sperling et al (2016, p. 119) também mapearam os Fab Labs das faculdades de Arquitetura e Urbanismo na América do Sul e os classificaram em duas linhas principais de atuação de: (1) desenvolvimento tecnológico, com invenção de máquinas e fabricação de moldes para a construção e de componentes arquitetônicos (componentes para a indústrias da construção); e, (2) desenvolvimento social e ambiental, com objetos, modelos e protótipos de edifícios históricos, para pessoas com necessidades especiais e para o desenvolvimento de comunidades (ibid., p. 123-4).

No Brasil, de modo mais abrangente, Batistello et al (2015, p. 137) exemplifica a Rede Pronto 3D – Prototipagem Rápida e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D que envolve quatro cursos de Arquitetura e Urbanismo e Design

do Estado de Santa Catarina, cujo objetivo é “auxiliar as diferentes etapas do projeto através da pesquisa, criação, desenvolvimento e produção de modelos, maquetes e produtos”.

Dentre as experiências mais pontuais, no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Almeida et al (2017, p. 28-33) descrevem a experiência didática da disciplina (obrigatória desde 2013) Modelagem Digital e Prototipagem que introduz a lógica da modelagem algorítmico-paramétrica e de prototipagem rápida e fabricação digital no processo de projeto. A disciplina se estrutura em três etapas: (1) introdução teórico-conceitual; (2) Lógica de abstração da forma de referências de projetos complexos (Memorial do Holocausto, de Peter Eisenmann; Swiss Re. Headquarters, de Foster and Partners; Absolute Towers, de Mad Architects) e modelagem algorítmico paramétrica com o software Rhinoceros e o plug-in Grasshopper; e (3) desenvolvimento do trabalho final da disciplina. Por um lado, os autores alertam sobre a importância de um “arcabouço de conhecimentos elementares de geometria e aspectos de programação para consolidação desta arquitetura digital”. Por outro lado, eles destacam o ganho da fabricação digital (impressora 3D e máquina de corte a laser) no processo didático, pois “pela primeira vez em seus percursos na graduação, os alunos tiveram a oportunidade de verem seus projetos materializados com a precisão inerente a estes equipamentos”.

No Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, essa transição entre os “meios analógicos de projetar” e as possibilidades dos processos digitais está sendo feita através do Laboratório de Fabricação Digital e Prototipagem Rápida, inaugurado em 2015; de palestras, tais como de Franklin Lee, Afonso Orciuoli, Eduardo Sampaio Nardelli e Anne Save; e do projeto de extensão universitária intitulado Processos Projetuais Emergentes: Design e Fabricação Digital para a construção de um abrigo responsivo, conforme apresentado na seção Projeto à produção. Esse projeto consistiu na proposta de um abrigo responsivo que contou com a parceria de uma empresa de fornecimento de chapas e de ensaios do recém-lançado MDF resistente à água. O processo de trabalho não utilizou o desenho como elemento principal e, seguindo referências de arquitetos como Eladio Dieste, Luigi Moretti, Frei Otto e Anthony Gaudi, partiu de técnicas de Form Finding, “onde a força da gravidade e o próprio comportamento dos materiais eram elementos que definiam a forma do objeto de estudo”. Foi utilizado o plug-in para Grasshopper Kangaroo e a modelagem base foi feita em meshes para facilitar a fabricação digital por adição (impressoras 3d Makerbot que utilizam PLA ou ABS) e técnicas de subtração (máquina de corte a laser e router CNC). Foram criados modelos físicos em escala reduzida ou 1:1 para teste quando fora encontrado resultado razoável criado por algum algoritmo. O trabalho, então em desenvolvimento, conseguiu produzir arcos catenários construídos digitalmente e em MDF (LEITE e MARTINS, 2015, p. 1-5).

Batistello et al (2015) apresentam a experiência de Maratona de Projetos de um parklet realizada no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ). A fabricação digital e prototipagem rápida aconteceram nas etapas de materialização da proposta como modelo reduzido para avaliação da banca (em MDF 3 mm) e de execução da proposta em escala 1:1 (em MDF 18 mm) pela equipe vencedora, que fora inicialmente instalada no local do concurso e depois remanejada para a Universidade. Durante a execução, foi incentivado o uso de softwares BIM, mas esta escolha era livre entre os participantes, sendo os mais utilizados ArchiCad, SketchUp, Revit e AutoCad. Os modelos digitais foram planejados nos softwares Pepakura e 123DMake e executados em MDF 18 mm com cortes foram executados em uma Computer Numerical Control (CNC). Além de ter demonstrado ser uma ótima experiência de avaliação para própria banca do concurso, o processo de fabricação digital e prototipagem rápida demonstrou eficiência na execução com tempo efetivo de montagem de 1,5 hora. Para os alunos, destacam-se o enriquecimento das discussões metodológicas de projetos arquitetônicos, a maior proatividade e responsabilidade dos discentes sobre o processo e a melhor compreensão do processo de projeto (BATISTELLO et al, 2015, p. 138-41). Da pesquisa realizada com 101 acadêmicos participantes da Maratona,

(...) 74,2% afirmaram que sua equipe conseguiu verificar erros e acertos após a execução do protótipo e 85% afirmou que mudaria e evoluiria seu projeto após a mesma caso houvesse mais tempo para discutir o projeto e realimentar os detalhes assim como reformular decisões estruturais e até conceituais. Ainda quando questionados sobre a fase em que o protótipo deve ser executado, 45,5% afirma que deve ser executado como parte do processo de projeto e como produto final, 42,6% afirma que deve ser executado apenas como parte do processo de projeto e apenas 11,9% afirma que ele deve fazer parte apenas do produto final do projeto arquitetônico. (BATISTELLO et al, 2015, p. 140)

O Professor Wilson Florio (2005, 2011) destaca, de suas experiências de ensino com BIM, que os alunos passam a enfrentar logo na fase inicial a solução de questões mais técnicas (construibilidade e viabilidade técnica) com definição de estrutura, vedações, caixilharia, processo construtivo etc. Isso porque o BIM tem o

potencial de visualização do todo e de detalhes (tal como dos elementos construtivos), mesmo nas fases iniciais, aproximando o exercício acadêmico da realidade e propiciando um trabalho colaborativo entre equipes. Porém, como desvantagem, o docente destaca que ainda não há muitos desenvolvedores para o Revit de elementos construtivos comuns no Brasil.

Para o Professor Marcelo Tramontano (2016), do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, o BIM facilita o ensino de projeto de edificações com formas complexas, geometrias não-euclidianas, formas arquitetônicas não-ortogonais, múltiplas curvaturas etc. Ele também defende que este processo requer que os alunos conheçam características mais precisas de cada elemento desde o início do processo de concepção, pressupondo uma importância grande do saber técnico-construtivo. Ele aponta ainda que, no atual cenário, o professor de projeto, que antes era caracterizado como provedor de informações e instruções profissionais, passa a ser proponente, debatedor e relativizador das informações obtidas pelos alunos em incontáveis fontes. Por outro lado, Marcelo Tramontano ressalta que, apesar dos ganhos em estudo da forma digital, imagens de maquetes eletrônicas podem induzir à compreensão errônea do que se vê na tela. E, por isso, ele defende que o modelo físico ainda é de grande importância para pré-visualização, mais até do que os modelos digitais.

No curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Norte (UNINORTE), Santos e Lima (2019, p. 99-104) realizaram uma pesquisa sobre a metodologia BIM aplicada à preparação e gestão de obra junto aos acadêmicos. O trabalho consistiu em uma comparação entre 2 empresas, onde uma delas utilizou a plataforma BIM apenas em seu orçamento e a outra fez uso dos sistemas BIM para a modelagem de projetos e geração de vistas, como cortes e fachadas, onde toda a documentação foi feita de forma mais detalhada e com maior qualidade e melhor visualização. Para realizar tal investigação, os acadêmicos adotaram como partida uma revisão bibliográfica, onde foi feita a seleção de artigos científicos publicados entre os anos 2000 e 2018 e um levantamento das principais vantagens do uso da plataforma e da preparação da obra com a utilização da plataforma BIM. A partir dessa análise, foi identificado que as principais vantagens são a diminuição de erros de desenho e as facilidades nas alterações em projeto, devido à parametrização dos objetos, que permite correções automáticas de cortes e vistas; além de maior velocidade na entrega do projeto, menor custo, maior produtividade por utilizar um único modelo, maior qualidade e melhor trabalhabilidade comparado a softwares de desenho 2D. Ademais, foi identificado como uma das maiores vantagens a compatibilização dos projetos de arquitetura com os demais projetos, tais como os de instalações hidráulicas e elétricas. Isso porque o software é capaz de identificar e corrigir as interferências ainda em projeto, com testes automáticos e visualização das estruturas. Assim, embora o BIM exista há mais de vinte anos, apenas recentemente os proprietários de empresas estão conseguindo colocar em prática tais ferramentas por perceber que o projeto, a construção e a operação podem ser feitas de modo muito mais rápido e eficiente com a sua utilização.

Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa é conhecer e analisar as novas possibilidades na atuação e no ensino de projeto com BIM em Arquitetura e Urbanismo, e Engenharia Civil.

Objetivo Específico

Os objetivos específicos são:

• Conhecer novos métodos e experiências de ensino relacionados a softwares de BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Civil;

• Investigar o processo de projetos que tenham utilizado softwares de BIM;

Metodologia

Para alcançar tais objetivos, será realizada uma pesquisa exploratória sobre as evoluções sobre representação e gestão projetual, arquitetura complexa, fabricação digital e prototipagem rápida e ensino, pesquisa e extensão utilizando o BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Os dados serão coletados através de entrevistas, individuais ou coletivas, transcritas e/ou gravadas, e as respostas poderão ser tratadas de forma anônima ou identificada. Caso o entrevistado opte pelo anonimato, em nenhum momento será divulgado o seu nome em qualquer fase do estudo. Nesta etapa, o convite aos participantes será realizado pessoalmente, por telefone e/ou e-mail com a apresentação do conteúdo e dos objetivos da pesquisa, através de explanação do pesquisador responsável e da carta de apresentação. O principal meio de recrutamento de moradores será pelos

contatos disponíveis em Universidades e nos Conselhos de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia. Os critérios de participação são indivíduos maiores de 18 anos, de ambos os sexos e classificados dentro das seguintes amostras: (1) docentes de cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Civil no Brasil que estejam envolvidos com atividades de ensino e extensão relacionadas com BIM; e (2) arquitetos e engenheiros no Brasil que trabalhem com a plataforma BIM. A amostra da pesquisa será de 50 participantes, sendo 25 docentes e 25 profissionais atuantes (arquitetos ou engenheiros). Não há riscos previstos ou os riscos são mínimos pois trata-se de uma pesquisa qualitativa que visa entrevistas para conhecer novas experiências de ensino e de trabalho com BIM. Também não há benefício direto ao participante. Esses dados serão processados e parte das entrevistas poderão aparecer ao longo do texto de resultados. A pesquisa se mostra relevante na medida em que busca conhecer as novas tecnologias e as transformações no processo de projeto.

Por se tratar de uma pesquisa que envolve seres humanos, são considerados os princípios éticos das pesquisas em ciências humanas e sociais para garantir o respeito pela dignidade humana e não haver discriminação ou exposição dos participantes desta pesquisa. Este desenho de pesquisa considera a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde sobre a Ética em Pesquisa, voltada especificamente para a área das Ciências Humanas e Sociais.

Cronograma de Atividades

ATIVIDADES

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Revisão Bibliográfica x x x

Coleta de dados x x x

Análise dos Dados x x x

Produção textual e relatório final x x x

Evidências da atualidade e relevância do tema

Desde as últimas décadas do século XX, os avanços tecnológicos estão mudando o processo de projeto, de construção, de ensino e de pesquisa em diferentes disciplinas de projeto de Arquitetura, Urbanismo, Paisagismo e Engenharia. Depois do ganho de agilidade e de produtividade em desenhos digitais proporcionado pelo Computer-Aided Design (CAD - Desenho ou Projeto Assistido por Computador), o Building Information Modeling (BIM - Modelagem da Informação da Construção) está ampliando novas possibilidades em modelagem paramétrica integrada ao processo criativo, fabricação digital, análises, orçamentos etc. Nesse universo de inúmeras possibilidades, surgem também muitos questionamentos. Quais são as expectativas de mudança com a implementação do BIM no campo da Arquitetura, Urbanismo, Paisagismo e Engenharia? O que de fato está mudando na prática de projeto? Como isso está sendo avaliado pela crítica da produção arquitetônica contemporânea? E no ensino de projeto, quais mudanças já estão acontecendo? E quais mudanças ainda são necessárias?

Diante de tais indagações, este projeto de pesquisa busca conhecer e analisar as novas possibilidades na atuação e no ensino de projeto com BIM em Arquitetura e Urbanismo, e Engenharia Civil. Entendendo que, em um período de intensos avanços tecnológicos, é necessário avançar constantemente em pesquisas para gerar novos conhecimentos sobre processos contemporâneos de prática e de ensino de projeto, para atualizar profissionais projetistas e docentes e para preparar estudantes para desafios atuais. O referencial teórico abrange essa transição entre os sistemas CAD e BIM, explanando questões sobre processo de projeto, arquitetura complexa e fabricação digital; e experiências universitárias de ensino e extensão. O desenho de metodologia propõe uma pesquisa exploratória que conta com coleta de dados por entrevistas a profissionais projetistas e docentes.

Endereço para acesso do currículo Lattes do coordenador da proposta

<http://lattes.cnpq.br/2482749522621266>

Área de Conhecimento

Equipe do Projeto

Informações Pessoais	
Nome: TARCISO BINOTI SIMAS	Cargo: Coordenador de Projeto
Email: tarcisobinoti@gmail.com	CPF: 5457445712
Titulação: Doutor	Carga Horária: 15 Horas
Atividades a serem Desenvolvidas: Coordenação do projeto	

Cronograma do Projeto

Revisão Bibliográfica	
Início: 1° Mês	Término: 3° Mês
Descrição: Revisão Bibliográfica	

Coleta de dados	
Início: 4° Mês	Término: 6° Mês
Descrição: Coleta de dados	

Análise dos Dados	
Início: 7° Mês	Término: 9° Mês
Descrição: Análise dos Dados	

Produção textual e relatório final	
Início: 10° Mês	Término: 12° Mês
Descrição: Produção textual e relatório final	

Bolsa

Plano de Atividades: ATIVIDADES
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Revisão Bibliográfica x x x
Coleta de dados x x x
Análise dos Dados x x x
Produção textual e relatório final x x x
Desembolso: 12 Mes(es)

Orçamento do Projeto

Rubrica	Valor
Bolsa	4.800,00
TOTAL	4.800,00