

## COMPATIBILIZANDO PROJETOS COM MODELAGEM PARAMÉTRICA: ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

**Pablo Gleydson de Sousa**  
pablugs@gmail.com

**Daniel Nascimento Prudente**  
dn.prudente@yahoo.com

**Nubia Beatriz Souza Gomes da Silva**  
nubiazinh@gmail.com

**João Batista de Mendonça Neto**  
netmendonca64@gmail.com

**Kelly Roberta Moura Mendonca**  
kellymourinha@gmail.com

**Resumo:** Esse artigo resultou de pesquisa que visava compreender como graduandos em Engenharia Civil do campus Aracaju, Instituto Federal de Sergipe – IFS – refletiam o projeto como antecipação de um objeto a edificar: que conhecimentos mobilizariam ao lidar com a instância virtual, impalpável, que antecipa outra. O estudante conseguiria vislumbrar que projetos complementares, de diferentes disciplinas, integram um todo e, portanto, deveriam ser compatíveis? O formato de organização curricular vigente, ao preconizar o ensino de disciplinas segregadas por ramos de conhecimento, muitas vezes dificulta a percepção de que diferentes conteúdos devem ser simultaneamente equacionados nos projetos. Para investigar esse fenômeno, capacitou-se graduandos – dos dois últimos períodos do bacharelado – para desenvolver projetos complementares via modelagem paramétrica, Building Information Modeling – BIM –, sob a coordenação do pesquisador, e aferiu-se a capacidade deles em proceder com a compatibilização. O estudo comprovou nossa hipótese acerca da dificuldade dos estudantes em compreender como projetos de diferentes disciplinas se correlacionam bem como a possibilidade de serem equacionados simultaneamente. Tais constatações foram expostas ao Núcleo Docente Estruturante do curso, propondo a remodelação da estrutura curricular via inserção de metodologias de projeto e gerenciamento capazes de integrar práticas pedagógicas em disciplinas com interfaces correlatas.

**Palavras-Chave:** ensino; *Building Information Modeling*; projetos complementares.

## INTRODUÇÃO

A adoção de um currículo universitário no qual disciplinas são separadas conforme eixos específicos de conhecimento – embora seja o modelo adotado pela maioria dos cursos de graduação no país – possui fragilidades inerentes à forma como os estudantes devem, muitas vezes por conta própria, interligar os conhecimentos que lhes são ministrados em várias disciplinas. No ensino da Engenharia Civil, essa organização curricular sectária muitas vezes dificulta aos estudantes perceber que os conhecimentos adquiridos nas diferentes disciplinas devem ser simultaneamente equacionados quando da sua atuação profissional.

Como se sabe, essa segregação acadêmica do conhecimento finda por antecipar outra que será percebida na prática profissional: na busca frequente pela especialização, cada projetista termina por produzir o projeto de uma disciplina específica, relegando a terceiros a compatibilização de diferentes complementares. O que finda por ocorrer é que, não raro, muitos profissionais, assim como os estudantes, são incapazes de entender que cada projeto complementar agrega um funcionamento próprio à edificação. Se a analogia fosse possível, poderíamos comparar

a edificação a um organismo em que cada projeto colaborou com um órgão, ou, às vezes, como sistemas inteiros, e que, quando um desses não vai bem, é o indivíduo – a edificação em nossa analogia – quem padece.

Portanto, buscamos compreender como tal segregação do conhecimento se manifestava no momento de projetar, investigando modos de contornar essa barreira na prática pedagógica, estudando procedimentos de compatibilização, incorporando modelagem paramétrica, em BIM, na prática acadêmica.

Partindo dessas considerações, o problema foi: ampliar a capacidade técnica dos discentes e implementar uma metodologia que lhes permitisse uma visão holística, em que os projetos complementares, de diferentes disciplinas, fossem compreendidos como parte de um todo e que, portanto, deveriam ser compatíveis.

Enfrentando a situação acima, a pesquisa teve por objetivo propor uma revisão no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil do campus Aracaju do IFS, contornando a segregação de conhecimentos típica do atual modelo curricular, propondo práticas que permitissem aos estudantes. Integrar conhecimentos complementares no projeto e planejamento da edificação recorrendo, para tal, à inserção de metodologia de projeto em BIM.

Projetar é uma sequência de raciocínios na qual as inspirações do profissional são rigorosamente analisadas. Um processo que implica avaliações, escolhas e renúncias: o projetista deve ponderar sobre os méritos e fragilidades dos argumentos de cada solução em potencial e simular adversidades num debate intelectual em sua própria mente (COLLINS, 1971). Portanto, é uma atitude de antecipação que visa delimitar uma série de escolhas que, seguidas sistematicamente, devem culminar na resolução eficaz de uma necessidade. Uma atividade singular em resposta a uma demanda subjetiva, seja resultado de ação individual ou de uma equipe (BOUTINET, 2002).

Especificamente, no campo da Construção Civil, projetar tem por compromisso possibilitar a edificação de objetos habitáveis específicos. Logo, deve antecipar as características formais da edificação e viabilizar um amplo leque de informações de planejamento em que o conhecimento mobilizado para conceber as organizações espaciais implica na necessidade de registro (TSCHUMI, 1980; NESBITT, 2006).

Vasta bibliografia acerca da cultura profissional na construção civil (COLLYER, 2004; DURAND, 2003; MONTENEGRO, 2001; MOON, 2005; UNWIN, 2013a, 2013b, entre tantos outros) destaca ser uma competência essencial aos projetistas dominar tecnologias e meios de projeto. Ora, se é na graduação que se espera que os futuros profissionais adquiram aquela qualificação tecnológica que atenda os anseios do mercado de trabalho, as disciplinas dos cursos deveriam estar adaptadas para o que o conhecimento do projeto e planejamento estivessem integradas. Essa, contudo, não é a realidade em grande parte das instituições brasileiras de ensino superior. Portanto, a implementação do BIM como metodologia de projeto no ensino constitui verdadeira mudança de paradigma (OXMAN, 2008). Por sua vez, a necessidade de renovar o formato pedagógico dos cursos de uma Instituição, via inserção do BIM como inovação tecnológica, impacta diretamente no ensino, pesquisa e extensão, alinhando a produção de conhecimento de docentes e discentes, tendo, como consequência direta, a formação de um corpo técnico melhor habilitado a atender demandas prementes de mercado.

O setor produtivo da construção civil requer procedimentos que estejam sempre atrelados à produtividade, que maximizem o tempo depreendido nas atividades de projeto e execução em canteiro. Partindo dessa premissa, o BIM desponta como metodologia de projeto capaz de equacionar, simultaneamente, aspectos de planejamento, projeto e execução, sobremaneira por permitir

a integração de informações de diversas disciplinas num único modelo virtual que pode ser, simultaneamente, acessado por projetistas de diferentes especializações. Isso permite produzir um repositório integrado apto a mitigar incompatibilidades entre diferentes projetos. Consequentemente, repercute no ganho de tempo e na redução de custos na construção decorrente de inconsistências ou omissões na etapa de planejamento (OLIVEIRA, 2017), além de permitir a inserção de vasta gama de dados construtivos já nos primeiros movimentos de projeto (JUSTI, 2010, p. 04).

Embora a intimidade entre a computação e projeção possa até se iniciar desde a concepção, como sugere Oxman (2008), a possibilidade de avançar etapas na obtenção do objeto projetado impõe também a antecipação de decisões sobre a forma, materiais, e conceitos daquilo que virá a ser a edificação.

O BIM permite gerenciar diferentes informações durante todos os processos de uma construção aliados à rápida visualização tridimensional (CARDOSO, et. al., 2013; VENANCIO, 2015). Nessa rotina de trabalho, algoritmos associam à geometria tridimensional comportamentos específicos que exploram as relações entre representação e informação de modo que cada passo no processo remodela e direciona o próximo (SOARES JUNIOR, 2014). E como os dados construtivos dos inúmeros projetos complementares são desenvolvidos sobre um mesmo modelo tridimensional, finda facilitando a compatibilização interdisciplinar (JUSTI, 2010).

Apesar da demanda por profissionais capacitados para utilizar BIM ser crescente (BARRISON, 2015), e sua disseminação e emprego estejam em franca ascensão, ainda há um vasto universo passível de estudo e investigação para essa metodologia (DELATORRE, 2014; OXMAN, 2008). Só aos poucos as instituições de ensino superior, sobretudo as públicas,

vêm oferecendo disciplinas em que as tarefas de projeto e planejamento em BIM estejam devidamente inseridas no bojo curricular (OLIVEIRA, 2017).

Ao cenário acima descrito outro problema se adiciona: muitas vezes o foco da compatibilização de projetos é relegado a um destaque inferior daquele que se espera como competência precípua do futuro profissional, o de entender e desenvolver projetos que integrem conhecimentos de diversas disciplinas, além de ser capaz de gerenciar o conhecimento neles integrados, qualidades que são potencializadas quando se recorre à projeção e gerenciamento em BIM. Para Azevedo e Molina (2015) o BIM atende a essa demanda por permitir a integração de projetos, além de fornecer elementos necessários à visualização da construção, inclusive em etapas sucessivas, ou seja, a metodologia tem por mote a eficiência do processo construtivo.

Se do profissional graduado espera-se a habilidade de concatenar conhecimentos de diferentes disciplinas em torno de demandas por edificações específicas (TSCHUMI 1980; NESBITT, 2006), logo, o BIM como metodologia de projeto aplicável no ensino em âmbito acadêmico, ao priorizar a integração de diferentes áreas de conhecimento, propicia a interdisciplinaridade ao correlacionar disciplinas e tecnologias.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Tomando por base a realidade exposta, utilizamos o Curso de Engenharia Civil do campus IFS Aracaju como objeto de estudo. Primeiramente, partimos de uma revisão bibliográfica que enfocou desde as peculiaridades do projeto da edificação, via BIM, passando pela capacitação de um grupo para desenvolver os projetos complementares, reunindo 03 (três) bolsistas de iniciação científica e 11 (onze) estudantes voluntários, selecionados através de uma

análise curricular em que se levou em conta a conclusão de disciplinas específicas (como orçamento, instalações prediais elétricas e hidrossanitárias, fundações, estruturas entre outras), o que os posicionou nos dois últimos períodos da graduação.

Parte significativa de nossa pesquisa consistiu em capacitar os estudantes, ao longo de 05 meses, em encontros de duas horas semanais, para utilizar o Software BIM Autodesk Revit para executar projetos parametrizados e levantamentos de quantitativos de materiais. Posteriormente ao treinamento, procedemos com uma análise daquelas disciplinas da grade curricular que lidam com o projeto e o planejamento da edificação e que poderiam ser beneficiadas com a incorporação da metodologia de projeto em BIM, contribuindo também em ampliar a capacidade técnica dos discentes, fomentando ainda o atendimento do Decreto 9.377 de 31 de maio de 2018, que trata da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling no Brasil.

Por certo, a inserção de nova metodologia projetual constitui uma ruptura metodológica que repercute em eventuais dificuldades iniciais de implementação, mas tem como saldo positivo melhor capacitar os futuros graduados no que tange a uma visão interdisciplinar do conhecimento que é muito apreciada na prática profissional.

O Núcleo Docentes Estruturante e o Colegiado do Curso de Engenharia Civil do campus Aracaju, a serem consultados em reuniões, avaliaram a ideia não só como positiva, mas como necessária diante da premente mudança de metodologia de projeção atualmente demandada pelo mercado.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ainda durante o treinamento, algumas dificuldades foram percebidas, sendo uma das principais a de readaptar o modo como

os estudantes imaginavam a representação e procediam com a projeção, cujo modus operandi estava em muito impregnado por procedimentos de trabalho próprios de métodos em CAD, acerca desse fato, os próprios estudantes declararam, em consulta, que: “o fato de usarmos apenas linhas no CAD acaba dando uma certa liberdade, pois podemos personalizá-las conforme preferirmos, necessitando apenas que deixemos claro o que pretendíamos, através de legendas e observações; logo, a maior dificuldade em mudar do CAD pro BIM foi, justamente, a necessidade de dominar cada parametrização, uma vez que, nesse método, que requer mais atenção, o uso incorreto de uma família ou ferramenta pode causar interpretação errada, prejudicando a interação entre os dados (...) por exemplo, em CAD, podemos fazer um projeto com paredes de materiais diferentes com a mesma representação, precisando apenas de uma legenda simples ou uma observação para identificação. Em BIM, é preciso definir qual parede será de qual material, pois essa informação será interpretada por outras ferramentas, com as de orçamento e quantitativo de material, e um erro dará início a uma sequência de vários outros.”

Essa dificuldade relatada pelos estudantes, entendemos, pode estar vinculada também à maior abrangência de informações que o BIM requer desde a etapa de estudos preliminares, isso impôs a eles situações em que ou não dispunham das informações construtivas no início da tarefa, encarando como uma dificuldade definir que materiais ou elementos construtivos seriam necessários na etapa de execução. Isso repercutiu em casos em que os alunos tendiam a desenvolver tão somente uma modelagem tridimensional desvinculada dos dados construtivos necessários a etapas como orçamento e execução, o que consiste numa redução do BIM a mera modelagem tridimensional.

Outra situação detectada, tanto durante o treinamento quanto em conversas com os

estudantes, foi a de que, como a estrutura do sistema curricular da Instituição – pelo menos no que diz respeito a projetos – é baseada e processada utilizando a plataforma CAD, eles afirmaram não encontrar situações que lhes fizessem pensar como operacionalizar seus projetos de modo integrado e coeso, mais do que isso: para a maior parte do grupo, durante a projeção, não havia a necessidade de refletir acerca do processo construtivo, muito menos quanto ao controle da produção. Ou seja, os projetos específicos foram pensados pelos graduandos de forma tão isolada, que só posteriormente, sob grande esforço, é que eles conseguiam reunir o conjunto de informações complementares num objeto único. E ainda mais grave: para nós, tal realidade em muito se deveu ao modelo setário da organização curricular vigente, que tende a resultar em soluções de projeto simplistas em que o objeto projetado pertence exclusivamente ao campo das ideias e tem pouco compromisso com aquele a vir a ser construído.

Ao passo que avançaram no domínio das ferramentas de projeto em BIM, os principais elogios dos estudantes recaíram sobre a facilidade com que a modelagem tridimensional permitia obter as projeções bidimensionais (plantas, cortes, fachadas, etc.), ou seja, a essência da parametrização, que os capacitaria a incrementar, entre outras características o planejamento e a orçamentação, ficaram a reboque do método de simplificação do processo de desenho.

Ainda quanto ao método de capacitação dos discentes, outra situação é digna de destaque: quando as aulas se deram de forma expositiva, ou no modelo “siga o mestre” em que os o grupo meramente repetia comandos expostos pelo professor coordenador, os graduandos permaneciam atentos à explanação, executando os comandos aprendidos em seguida. Essa prática perdurou nos primeiros três meses do treinamento e foi considerada como bastante satisfatória

pelos alunos, mas, num segundo momento, foi substituída por uma metodologia em que eles deveriam solucionar problemas de projeto não mais “copiando” o professor, mas empregando os conhecimentos obtidos em disciplinas cursadas ao longo da graduação. Resultado: frustração generalizada; aprender uma nova metodologia de projetar mostrou-se insuficiente em garantir que os estudantes estivessem aptos a empregá-la.

Outra alegação dos discentes foi a de que seria incompreensível, ou improdutivo, desenvolver quaisquer projetos complementares enquanto o de estruturas não estivesse pronto e aprovado, ou seja, o senso comum do grupo foi o de que existe uma hierarquia entre os projetos, em que o Arquitetônico e o Estrutural encabeçam uma sequência na qual nada pode ser feito enquanto esses não vierem a término. O resultado de tal conduta foi ociosidade de parte da equipe, atraso e, conseqüentemente, problemas com o gerenciamento do tempo, em grande parte decorrente da dependência arraigada ao projeto estrutural, que impôs a todos os outros projetos ficar aguardando um posicionamento dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) e, logo, não fossem desenvolvidos simultaneamente.

Perceber o quão severamente engessado é o raciocínio dos alunos no momento de projetar nos inquietou: nas disciplinas da graduação, em ocasiões separadas, eles aprendem a dimensionar uma viga, noutra um pilar, depois uma laje, a rede hidráulica, dados e voz, elétrica, etc, mas os estudantes findam não tendo oportunidade de refletir acerca da interação disso tudo numa construção.

## **CONCLUSÕES**

Metodologias de ensino que confirmam aos estudantes uma compreensão global, interdisciplinar, dos conteúdos ministrados na academia findam por lhes permitir, também, uma maior autonomia em seu processo de



aprendizagem. Nesse cenário, a metodologia de projeto e planejamento da Construção Civil via Modelagem Parametrizada reverte-se numa prática capaz de potencializar os fatores acima descritos.

As constatações expostas ao longo do item anterior mostram-nos a premência de se repensar o Projeto Pedagógico do curso analisado. Se, por um lado, o que se pretendia era analisar como o BIM poderia ser implementado como uma ferramenta a mais que capacitasse estudantes a proceder com a tarefa de projeto, a realização de tal treinamento revelou inquietantes idiosincrasias: seja a indisposição dos estudantes em entender como diferentes projetos se complementam, seja a frágil compreensão de que o que se projeta se pretende construir.

Certamente, nossas constatações podem ser relativizadas, ou mesmo taxadas de deterministas, ou ainda careçam de uma expansão da pesquisa e novas abordagens em grupos de estudo mais amplos antes de serem consideradas como válidas. Todavia, expostos nossos resultados, ainda que preliminares, ao corpo docente do curso, chegou-se a conclusão de que a confirmação de nossa hipótese poderia ser sintoma de uma realidade restritiva: a de que os estudantes não compreendem, ou pelo menos não percebem, nem como projetos de diferentes disciplinas se correlacionam e nem que podem ser realizados simultaneamente na projeção de um edifício.

Tais constatações foram suficientes para ensejar uma reanálise e, quiçá, uma remodelação do Projeto Pedagógico do bacharelado, de modo que se identifiquem disciplinas aptas à inserção de metodologias de projeto e gerenciamento, recorrendo a práticas integradoras naquelas com interfaces assemelhadas, o que pode vir a ampliar a capacidade de compreensão dos graduados de como projetos específicos se complementam numa construção. Isso posto, parece-nos promissora a adoção do BIM como um

método de projeto que auxilie aos graduados compreender e implementar tal integração.

Assim, espera-se que a revisão da matriz curricular do curso permita a criação de oportunidades para práticas pedagógicas que contornem o caráter sectário hoje vigente, impulsionando a chegada de Engenheiros ao mercado de trabalho com uma maior compreensão de que diferentes aspectos de uma edificação podem ser simultaneamente equacionados, por complementares, assim como os conhecimentos das diferentes disciplinas que são ministradas numa graduação devem ser compatibilizadas na atuação. Ou seja, o que esperamos como resultado prático de nossa pesquisa é permitir que futuros graduados estejam cada vez mais cientes de que uma abordagem interdisciplinar do conhecimento é uma aptidão necessária ao profissional.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Waldyr; AGUILAR-MOLINA, Mauricio Leonardo. **O ensino/aprendizado do BIM no curso de Engenharia Civil da UFJF**. In: VII ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO (TIC). Anais... Recife, 2015. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/o-ensinoaprendizado-do-bim-no-curso-de-engenharia-civil-da-ufjf-20563>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

BARISON, Maria Bernadete. **Introdução de modelagem da informação da construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista**. 2015. 387 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

BOUTINET, Jean Pierre. **Antropologia do Projeto**. 5. ed. São Paulo: ARTMED, 2002.

- CARDOSO, Andressa et al. **BIM: O que é? Projeto FEUP - O despertar das engenharias.** Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2012. Disponível em: <[https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12\\_13/files/REL\\_12MC08\\_01.PDF](https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12_13/files/REL_12MC08_01.PDF)>. Acesso em: 23 nov. 2018.
- COLLINS, Peter. **Architectural Judgement.** Toronto: University of Toronto, 1971.
- COLLYER, G. Stanley. **Competing Globally in Architeural Competitions.** Chichester, West Sussex: Wiley-Academy, 2004.
- DELATORRE, Vivian. **Potencialidades e limites do BIM no ensino de arquitetura: uma proposta de implementação.** 2014. 293 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014.
- DURAND, Jean Pierre. **La Representation du Projet. Approche, pratique et critique.** La Villete: editions de la Villete, 2003.
- JUSTI, Alexander. **Revit Architecture 2010.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2010.
- MONTENEGRO. Gildo A. **Desenho Arquitetônico.** 4. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.
- MOON, Karen. **Modeling Messages. The Architect and the Model.** New York: The Monacelli Press, 2005
- OLIVEIRA, N. S. **Estudo da Implementação da Metodologia Bim no Curso de Engenharia de Infraestrutura da UFSC.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Infraestrutura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.
- OXMAN, Rivka. **Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium.** In: Design Studies. Londres, n° 29, p.99-120, 2008.
- SOARES JUNIOR, Et. Al. **Parametrização e Prototipagem Rápida.** Florianópolis: UFSC. Disponível em <[http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos\\_2013-1/parametrizacao+prototipagem/parametrizacao+prototipagem.pdf](http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2013-1/parametrizacao+prototipagem/parametrizacao+prototipagem.pdf)> Acesso em 01 abril 2014.
- TSCHUMI, Bernard. Arquitetura e limites II. 1981.** In: NESBITT, Kate (Org.). UMA NOVA AGENDA PARA A ARQUITETURA: ANTOLOGIA TEÓRICA (1965-1995). São Paulo: Cosac Naify, 2006. p. 176-182.
- UNWIN, Simon. **Vinte Edifícios que todos Arquiteto Deve Compreender. São Paulo: Martins Fontes. 2013**
- UNWIN, Simon. **A Análise da Arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes. 2013
- VENÂNCIO, Maria João Lima. **Avaliação da Implementação de BIM –Building nformation Modeling em Portugal.** 2015. 374 p. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015.