

UM LEVANTAMENTO SOBRE A ABORDAGEM DE BIM EM TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4588

Pedro José de Freitas Lazzarini - pedro.lazzarini@engenharia.ufjf.br
Universidade federal de juiz de Fora

Cristiano Gomes Casagrande - cristiano.casagrande@ufjf.edu.br
Universidade Federal de Juiz de Fora

Caio Geaquinto Machado - caio.machado@ufv.br
Universidade Federal de Viçosa

Resumo: *O Setor de Engenharia, Arquitetura, Construção e Operação tem passado por mudanças nas últimas décadas, que transformam a maneira como edifícios são projetados, construídos e gerenciados. O BIM certamente é uma das mudanças de paradigma desse setor, uma vez que traz novas tecnologias e práticas. Este trabalho busca compreender como o BIM é abordado em trabalhos de conclusão de curso da Universidade Federal de Juiz de Fora. A partir dessa análise, foi possível observar como os discentes puderam, ao longo do período considerado de 10 anos, conectar BIM com assuntos e temáticas de outras disciplinas do curso de graduação.*

Palavras-chave: *BIM, Building Information Modeling, ensino*

UM LEVANTAMENTO SOBRE A ABORDAGEM DE BIM EM TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL NA UFJF

1. INTRODUÇÃO

Há pelo menos três décadas, o estudo da Modelagem da Informação da Construção, ou do inglês, *Building Information Modeling* (BIM), representa um segmento importante no setor da construção civil. Isso porque transforma a maneira como o ser humano compreende e lida com o ambiente construído. Desde a criação e normatização do desenho técnico até os dias atuais, a comunicação na engenharia é feita através de representações gráficas bidimensionais, seja por meio de cortes, elevações ou plantas baixas. O BIM é a quebra desse paradigma, uma vez que propõe uma metodologia de trabalho baseada em um modelo virtual tridimensional, o que possibilita visualizações e interações dinâmicas de acordo com a necessidade do usuário. Ademais, esse modelo virtual não é constituído apenas pelas informações geométricas dos elementos construtivos que o compõem, mas também pelas informações não geométricas, como performance, custo, fabricação, montagem, resistência e o que mais for necessário para descrever um determinado elemento (MANZIONE, 2013; UNDERWOOD, 2009).

O BIM não é caracterizado apenas por um conjunto de tecnologias relacionadas à geração de modelos virtuais de uma edificação, mas também um conjunto de processos e políticas relacionados a criação, análise, interpretação, correção, alteração, armazenagem, troca e reuso de informações desses modelos (SAMPAIO, 2017). A consideração do BIM apenas como uma ferramenta é uma maneira simplista de abordar esse tema, que não descreve por completo o que é ou com que o BIM se relaciona. Assim, BIM não é um software, mas um sistema técnico-social que envolve um processo amplo de mudanças na maneira como as edificações são projetadas, construídas e operadas (SACKS *et al.*, 2021). Para Manzione (2013), BIM é um exercício social, focado na cooperação e trabalho conjunto de pessoas.

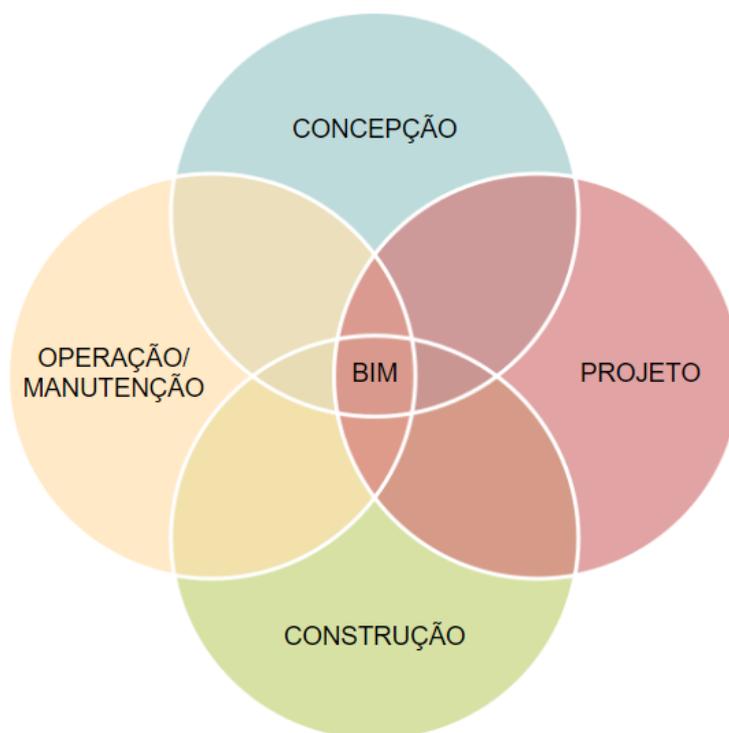
Todo o ciclo de vida de uma edificação pode ser descrito pelo BIM, da fase de Concepção à fase de Operação/Manutenção, o que é ilustrado na Figura 1 abaixo. À medida em que se ganha proficiência em BIM incorpora-se ao modelo, durante o processo de trabalho, informações referentes a cada fase do ciclo de vida da edificação. Em estágios iniciais, o foco das equipes é a elaboração do modelo virtual, e a proporção que se estabelece políticas de colaboração e comunicação, chega-se a níveis mais avançados. Em seu último nível, o modelo já soma todas as informações necessárias para a construção, operação e manutenção do empreendimento, considerando as demandas de todos os envolvidos no projeto, isso é chamado de *Integrated Product Delivery* (IPD) (SUCCAR, 2009; SACKS *et al.*, 2021).

O processo de trabalho colaborativo, no qual as equipes de disciplinas diferentes conseguem estabelecer uma comunicação estruturada e sem barreiras, caracteriza a Engenharia Simultânea. O termo se refere a uma sistemática de trabalho para o desenvolvimento integrado do projeto de um produto e seus processos relacionados, que procura considerar desde o início todos os elementos do ciclo de vida do produto, desde a concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes (WINNER, 1988). Lima, Andrey e Veiga (2016) apontam que esse conceito de Engenharia Simultânea vem sendo incorporado progressivamente na Construção Civil por meio de novas práticas e ferramentas. Nesse contexto, o gerenciamento e coordenação de

projetos com o BIM representa uma dessas práticas que fomentam o trabalho multidisciplinar simultâneo.

Todo o processo de construção virtual, que é uma representação do que será construído, é fundamentado pelo modelo BIM, em que sua essência é baseada nos objetos paramétricos. Ou seja, o modelo virtual é constituído de elementos que possuem um valor taxonômico dentro do software, possuindo, além de características geométricas, um arcabouço de informações que podem ser inseridas em função da necessidade de uso do modelo. Ao se alterar um elemento nesse modelo, as vistas, tabelas e relações desse elemento com o entorno são alterados automaticamente. Isso permite que o foco do projeto seja as soluções e propostas e não o processo de representação gráfica. Essa mudança de foco é o que agrega qualidade nos projetos desenvolvidos em BIM (BARREIRO, 2020).

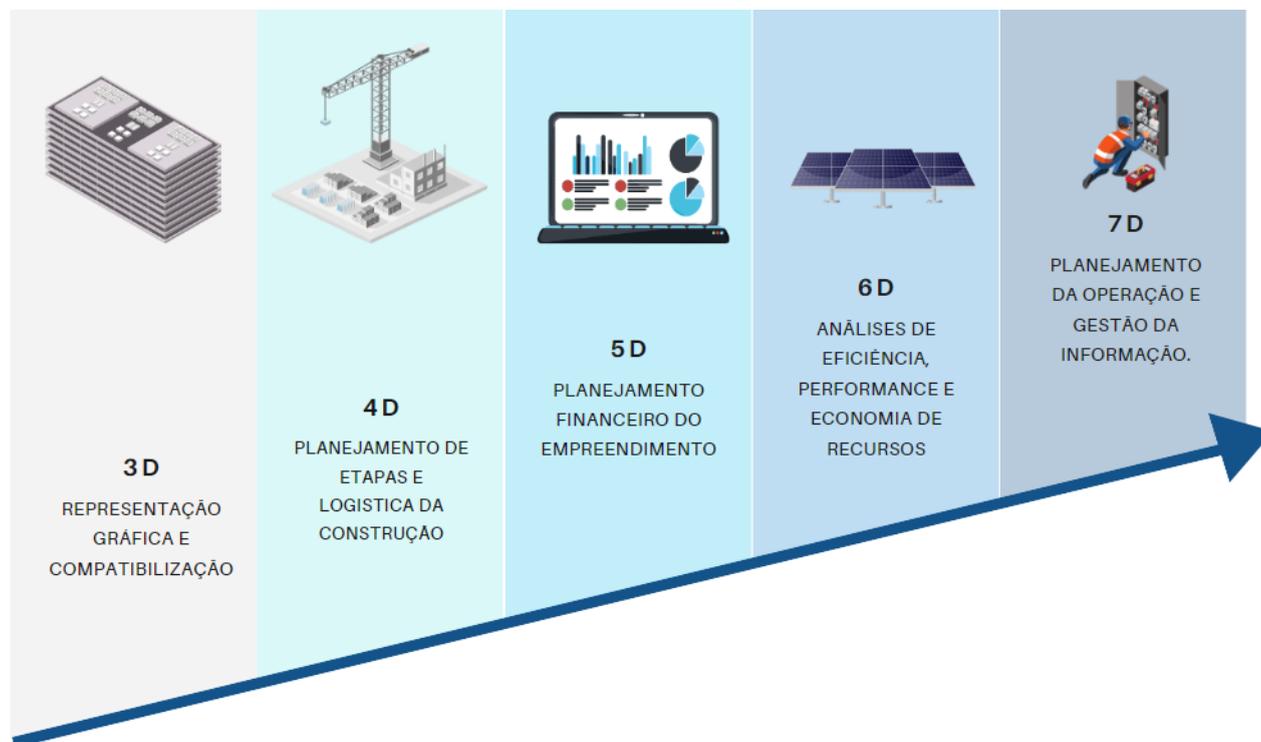
Figura 1 – BIM e o Ciclo de vida do Empreendimento



Fonte: Adaptação de Manzione (2013).

Didaticamente, foram estabelecidas dimensões para o modelo BIM. À medida que se inserem informações de fases do ciclo de vida, essas dimensões avançam. A terceira dimensão corresponde ao modelo tridimensional, com a geometria dos elementos e documentação gráfica, além da análise de interferências físicas entre os elementos. A quarta dimensão consiste no planejamento da construção, com a simulação das etapas de execução. A quinta dimensão está relacionada ao planejamento, simulação, controle e monitoramento de custos. A sexta dimensão contempla as avaliações e análises de eficiência e uso de energia e outros recursos. Por fim, a sétima dimensão contém as informações necessárias para o uso, manutenção e reforma da edificação (MONTIEL-SANTIAGO *et al.*, 2020). Essas dimensões são ilustradas na Figura 2 abaixo.

Figura 2 – BIM e suas dimensões



Fonte: Adaptação de Manzione (2013).

Ao longo do tempo as edificações ganharam complexidade, com o surgimento de novas demandas para o setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) relacionadas a sua produtividade e impacto no meio ambiente. Nesse contexto, surge a necessidade de novas práticas e tecnologias para aproveitar melhor os recursos disponíveis, bem como processos que façam a integração dos profissionais envolvidos nesse setor. Ademais, com a industrialização crescente do setor, é preciso, ainda nas etapas iniciais da fase de Projeto, tomar decisões assertivas, a fim de atender prazos menores para a conclusão de empreendimentos. Além disso, a abordagem de Projeto tanto como processo sistêmico quanto criativo é essencial para a formação do engenheiro civil (AGUILAR-MOLINA, JÚNIOR; 2015).

Nas universidades, o ensino do BIM começa com assuntos ligados à modelagem paramétrica e, com o tempo, abordam-se temáticas relacionadas ao trabalho multidisciplinar, colaboração e gestão da informação (RUSCHEL, ANDRADE; 2013). A inserção do BIM no currículos dos cursos de engenharia apresenta vários desafios: falta de metodologias para o ensino e materiais didáticos focados em BIM, falta de qualificação do quadro de professores, necessidade de investimentos em tecnologia (softwares, computadores e outros equipamentos), falta de competências de Tecnologias da

Informação e Comunicação por parte dos alunos e falta de espaços no currículo para a inserção de novas disciplinas (HIPPERT, MOLINA; 2020).

Segundo Basto e Lordsleem (2016), nos Estados Unidos, na década de noventa surge a primeira universidade que propõe o ensino de ferramentas BIM, Georgia Tech. Dos anos 2000 em diante, várias universidades iniciam seu processo de ensino de BIM com disciplinas isoladas, com colaboração de alunos de mesmo curso e, posteriormente, com alunos de cursos diferentes trabalhando em conjunto. Com o tempo, surgem abordagens de BIM com colaboração remota, de alunos de diferentes níveis e de nacionalidades distintas.

No Brasil, essa implementação também ocorre progressivamente com o surgimento de disciplinas isoladas em cursos de arquitetura e engenharia civil que focam em fases iniciais do ciclo de vida da construção. Observa-se, ainda, que a abordagem do BIM parte como uma demanda dos alunos, que se articulam para que algum trabalho possa ser desenvolvido. Embora já exista no país diversas instituições com trabalhos importantes sobre BIM, o número de teses e dissertações ainda é pequeno. Nesse contexto, trabalhos que abordam o ensino de BIM tornam-se instrumentos importantes para o auxílio da implementação do BIM no currículo dos cursos, pois eles apresentam sugestões de conteúdos, indicadores de avaliação de implantação, propostas de exercícios, métodos de ensino-aprendizagem e outras contribuições (CHECCUCCI, 2019).

Diante da expansão do BIM no mercado e na academia, faz-se necessário estudos relacionados ao ensino de BIM nas universidades. O objetivo deste trabalho é fazer um levantamento de trabalhos de conclusão de curso relacionados ao BIM na faculdade de Engenharia civil da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), entre 2013 e 2022. Com isso, espera-se compreender o foco desses trabalhos em relação a colaboração entre disciplinas e também abordagens de diferentes fases do ciclo de vida da edificação.

2. METODOLOGIA

Para o levantamento de trabalhos de conclusão de curso (TCCs) relacionados ao BIM da faculdade de engenharia civil da UFJF, foram selecionados apenas os TCCs disponíveis no repositório online do curso. Além disso, foi delimitado um período de 10 anos, entre 2013 e 2022.

A primeira parte do processo consistiu em separar os textos por ano de publicação. Posteriormente, foi levantado quantos trabalhos faziam referência direta ao termo "BIM" em seu título. Em seguida, foram selecionados os textos que, embora não tenham feito referência em seu título, o fizeram no corpo do texto. Por fim, foi realizada uma análise quanto a forma em que o BIM é abordado em cada um dos trabalhos selecionados.

Foram avaliadas a multidisciplinaridade de cada abordagem através da verificação das disciplinas de projeto consideradas, além das dimensões contempladas por cada publicação. Além disso, os trabalhos foram categorizados em quatro níveis diferentes, sendo esses:

- Nível 1 - trabalhos em que o BIM não é explorado, mas apenas citado no corpo do texto;
- Nível 2 - trabalhos em que o BIM não é o tema principal, mas é apontado como ferramenta para alguma aplicação;
- Nível 3 - trabalhos em que o BIM não é o tema principal, mas é fortemente explorado, abordado bibliograficamente e são apontadas aplicações; e,

- Nível 4 - trabalhos em que o BIM é o tema principal do trabalho, é feita uma abordagem contextual consistente e são feitas aplicações, estudos de caso ou revisões bibliográficas.

3. RESULTADOS

De acordo com os critérios definidos, foram encontrados 510 TCCs disponíveis no repositório online do curso de engenharia civil da UFJF. A Tabela 1 apresenta o número de publicações em cada ano, desde 2013 até 2022.

Tabela 1 - Trabalhos de conclusão de curso disponíveis no repositório online entre 2013 e 2022.

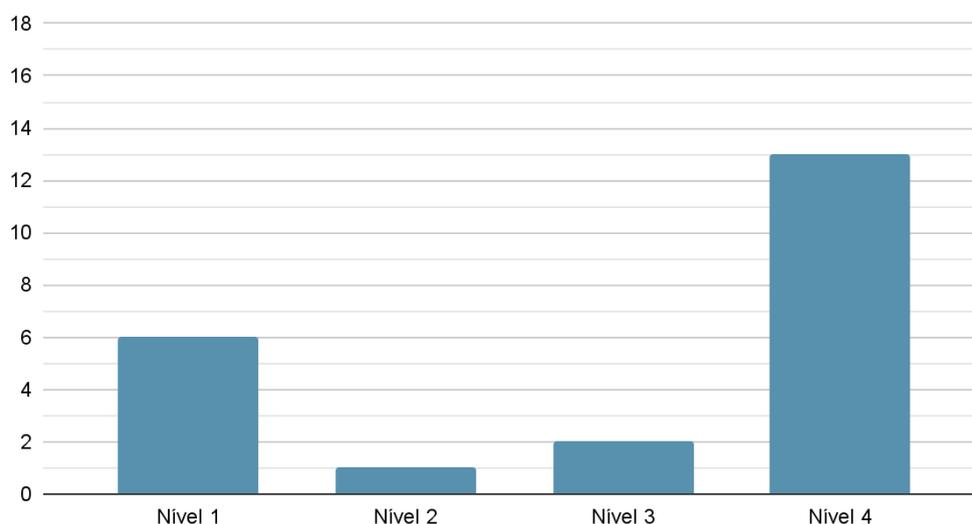
Período	Número de publicações
2013	51
2014	89
2015	23
2016	66
2017	68
2018	81
2019	74
2020	3
2021	23
2022	32
TOTAL	510

Fonte: autor, 2023

Dos 510 textos disponíveis, apenas 14 publicações apresentaram referência direta ao termo "BIM" em seu título. Isso representa menos de 3% do total de publicações. Além desses, outros 9 trabalhos não referenciaram o termo "BIM" em seu título, mas o fizeram ao longo do texto, o que contabiliza menos de 2% das publicações. Sendo assim, 23 trabalhos abordam, em algum âmbito, o BIM, representando aproximadamente 4,5% dos TCCs disponíveis. Em 14 desses trabalhos, aparecem a palavra-chave "BIM" ou "*Building Information Modeling*". Quanto ao nível de abordagem do BIM no texto, o Gráfico 1 aponta o resultado dessa análise.

Gráfico 1 – Grau de abordagem de BIM nos trabalhos de conclusão de curso.

NÚMERO DE PUBLICAÇÕES



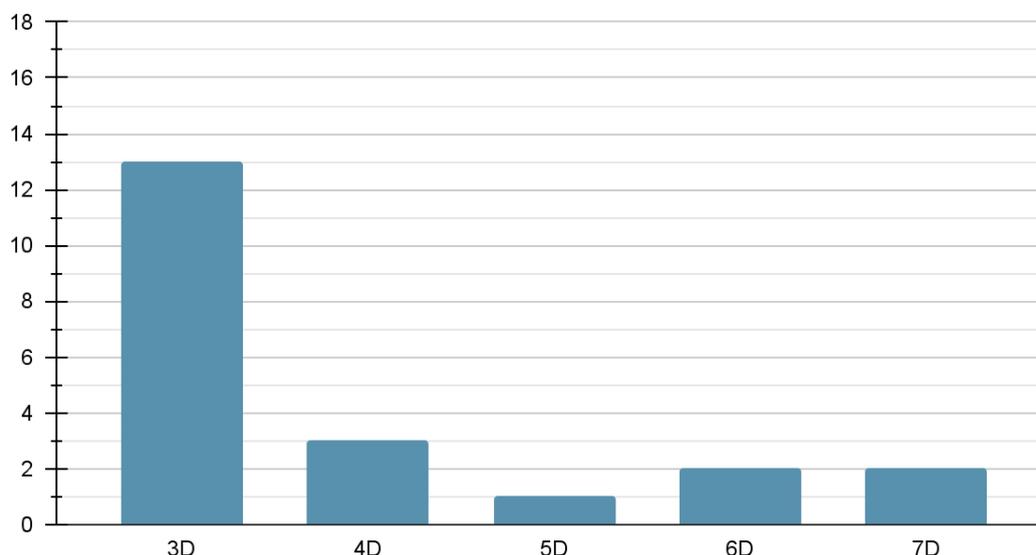
Fonte: Autor (2023).

Como apresentado no Gráfico 1, seis trabalhos fazem apenas uma citação ao termo "BIM", sem a realização de discussão ou proposição mais aprofundada sobre o tema ou suas dimensões. Nesses textos, os autores apenas citam BIM como uma ferramenta relacionada ao tema de pesquisa dos textos.

Dos 23 trabalhos encontrados, verificou-se que 11 trataram o tema de forma multidisciplinar ao considerar duas ou mais disciplinas de projeto em seus textos. Há estudos que relacionam disciplinas de arquitetura, estrutura, sistemas elétricos e hidrossanitários. Nessas pesquisas, o foco na fase de Projeto foi voltado para a compatibilização, enquanto para a fase de Construção, o foco foi no processo de planejamento da obra. Quanto às dimensões contempladas, notou-se que alguns trabalhos abordam mais de uma dimensão. Por outro lado, outros trabalhos optam por fazer um recorte de alguma dimensão específica, mesmo que, na prática, essa se relacione diretamente com outras dimensões. O gráfico 2 apresenta os resultados da análise sobre as dimensões do BIM discutidas nesses trabalhos.

Gráfico 2 – Abordagem de BIM nos trabalhos de conclusão de curso quanto às dimensões.

NÚMERO DE PUBLICAÇÕES



Fonte: Autor (2023).

Nos trabalhos focados na terceira dimensão, os autores desses trabalhos desenvolveram pesquisas sobre aplicações do BIM como coordenação entre disciplinas, retrofit de instalações, análises de métodos construtivos (alvenaria convencional, *wood framing*, *Light Steel Framing*), Construção Enxuta, *Lean design*, *BIM Collaboration Format* (BCF), representação gráfica de elementos, levantamento de quantitativos de materiais e comparações entre BIM e processos tradicionais de trabalho. Em 15 trabalhos foi desenvolvido algum modelo virtual como estudo de caso, contemplando disciplinas como arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica e topografia. A maior parte desses trabalhos em que se desenvolveu um estudo de caso, os autores abordaram temas como interoperabilidade, trabalho colaborativo ou coordenação em BIM.

Os Trabalhos que abordam a quarta dimensão apresentam temáticas como uso dos modelos BIM para planejamento, programação e controle de obras, layout de canteiros de obra e Construção Enxuta. Ademais, alguns textos também relacionam os modelos BIM com a confecção de elementos pré-fabricados.

A quinta dimensão aparece em apenas um trabalho, que relaciona a orçamentação ao planejamento, tratando assim de mais de uma dimensão simultaneamente.

Dois trabalhos propõem uma análise de sustentabilidade a partir da extração de dados de softwares BIM, o que caracteriza uma aplicação do BIM 6D.

Com relação à sétima dimensão, dois trabalhos têm seu foco na fase de Operação/Manutenção. Um deles referente ao desenvolvimento de um *as-built* de uma obra de infraestrutura e outro relacionado ao monitoramento de manifestações patológicas construtivas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados analisados, constata-se que a produção de TCCs possui, frequentemente, foco nas fases iniciais do ciclo de vida da edificação. Porém, ainda assim, é notável o interesse em avançar nas discussões sobre o tema a partir dos trabalhos que permearam as fases posteriores. Independentemente do foco, as abordagens variadas do tema representam uma contribuição importante para o estudo do BIM e sua disseminação.

Com o desenvolvimento desses trabalhos, os discentes consolidam assuntos relevantes para a formação profissional, além de construir competências relacionadas a Projeto, coordenação e trabalho multidisciplinar. Ademais, despontam para uma temática que, apesar de já ser estudada há algumas décadas, ainda representa um importante campo para desenvolvimento de novas pesquisas. Embora não seja um número grande de trabalhos em relação ao total coletado, os 23 trabalhos relacionados ao BIM apresentam uma grande variedade de aplicações e abordagens, o que mostra que os discentes conseguem relacionar BIM com temáticas de áreas do conhecimento diversificadas dentro da Engenharia Civil.

O Curso de Engenharia Civil da UFJF apresenta disciplinas que abordam BIM, e ao longo desses 10 anos expandiu os trabalhos relacionados ao BIM com atividades extracurriculares, como iniciações científicas, treinamentos profissionais e ligas acadêmicas. A diversidade de aplicações do BIM nesses textos mostra que iniciativas de docentes e discentes podem promover o avanço da implementação do BIM na Academia.

Os discentes fazem parte da força motriz de mudança para a inovação na implementação do BIM, uma vez que, mesmo que não seja exigido o uso de softwares ou processos específicos por parte do docente, eles buscam resultados com novas abordagens e tecnologias. Para acelerar esse processo, é importante que a academia aborde temas relacionados a trabalho colaborativo, engenharia simultânea e parametrização em disciplinas de desenvolvimento e concepção de projetos, além do que já é feito em disciplinas específicas de BIM. É interessante que essas disciplinas estabeleçam algum grau de comunicação entre si para a possibilidade de um trabalho multidisciplinar dentro do curso.

REFERÊNCIAS

BARREIRO, Tiago Manuel Barros. **BIM na Construção e Manutenção de um Edifício**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil. Universidade do Minho, Braga, 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/69807>. Acesso em: 30 mai. 2023.

BASTO, P.; LORDSLEEM, A. Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambiente Construído**, v. 16, p. 45-61, 2016.

CHECCUCCI, É. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019008-e019008, 2019.

HIPPERT, A.; MOLINA, M. **INSERÇÃO DO BIM NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ANÁLISE E REFLEXÕES. 3º Congresso Português de Building Information Modelling**, 2020.

LIMA, C. F. M; ANDERY, P R P; VEIGA, A C R. **Análise do processo de projeto de sistemas hidrossanitários prediais**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 7, n. 2, p. 102-113, 2016.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/08d4/848f77c3c4379779bad90324f02e3ed2bcb1.pdf>. Acesso em: 30 mai.2023.

MONTIEL-SANTIAGO, F.; HERMOSO-ORZÁEZ, M.; TERRADOS-CEPEDA, J. Sustainability and energy efficiency: BIM 6D. Study of the BIM methodology applied to hospital buildings. Value of interior lighting and daylight in energy simulation. **Sustainability**, v. 12, n. 14, p. 5731, 2020.

RUSCHEL, R.; ANDRADE, M.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. **Ambiente construído**, v. 13, p. 151-165, 2013.

SAMPAIO, A. BIM as a computer-aided design methodology in civil engineering. **Journal of software engineering and applications**, v. 10, n. 2, p. 194-210, 2017.

SACKS, R. et al. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção Para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. 3. ed. Bookman Editora. 2021.

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.

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies**. New York: IGI Global. 2009.

WINNER, R. I. et al. **The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition**. Institute for Defense Analyses Report R-338. Washington, 1988.

A SURVEY ON THE BIM APPROACH IN FINAL PAPERS IN CIVIL ENGINEERING UNDERGRADUATE COURSE AT UFJF

Abstract: *The Engineering, Architecture, Construction, and Operations Industry has changed in recent decades, and that transforms the way buildings are designed, constructed, and managed. BIM is certainly one of the paradigm shifts in this Industry, as it brings new technologies and practices. This work seeks to understand how BIM is approached in final papers at the Federal University of Juiz de Fora. From this analysis, it was possible to observe how the students were able, over the considered period of 10 years, to connect BIM with subjects and themes from other disciplines of the undergraduate course.*

Keywords: *BIM, Building Information Modeling, Education*