XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

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

Projeto colaborativo em BIM: análise de uma experiência acadêmica no curso de Arquitetura e Urbanismo

Collaborative design in BIM: analysis of an academic experience in undergraduate Architecture and Urbanism

Kelma Pinheiro Leite
Unichristus | Fortaleza | Brasil | kelmapinheiro@gmail.com
Lara Tavares da Silva
Unichristus | Fortaleza | Brasil | arq.laratavares@gmail.com
Vitória Monteiro de Sousa
Unichristus | Fortaleza| Brasil | viihvasconcellos@gmail.com

Resumo

Esse trabalho propõe analisar o processo de projeto colaborativo com estudantes de graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo utilizando a metodologia BIM. Como experimento projetual acadêmico, foi proposta uma pousada de chalés localizada na área litorânea do Estado do Ceará. A coordenação do projeto foi realizada por meio de reuniões e modelo federado em aplicativos com versões educacionais baseados em nuvem. Ao final, foi feita análise do processo de Projeto Colaborativo em BIM identificando os potenciais e dificuldades deste processo, em especial, durante o ensino de graduação.

Palavras-chave: BIM. Projeto Colaborativo. Arquitetura e Urbanismo.

Abstract

This paper proposes to analyze the collaborative design process with undergraduate students in the Architecture and Urbanism course using the BIM methodology. As an academic projectual experiment, a chalet inn located in the coastal area of the state of Ceará was proposed. The project coordination was done through meetings and federated model in applications with cloud-based educational versions. At the end, an analysis of the BIM Collaborative Design process was made, identifying the potentials and difficulties of this process, especially during undergraduate education.

Keywords: BIM. Collaborative Design. Architecture and Urbanism.

LEITE, K. P. .; SILVA, L. T. da .; SOUSA, V. M. de . Projeto colaborativo em BIM: análise de uma experiência acadêmica no curso de Arquitetura e Urbanismo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2190

INTRODUÇÃO

A indústria da construção ainda é considerada como uma indústria tradicional e com processos fragmentados entre concepção e produção prejudicando o desenvolvimento do projeto. Soma-se, que os produtos da construção civil têm se tornado mais complexos e com requisitos de desempenho cada vez mais rigorosos.

Como consequência, há um aumento da necessidade de um fluxo contínuo e eficiente de troca de informações entre os projetistas das diversas disciplinas de projeto [1], ou seja, do desenvolvimento de projetos de maneira coordenada e colaborativa. Desta forma, a organização da informação e da comunicação adquire mais importância, inclusive porque o processo de projeto passa do desenho para um modelo de informação da construção.

Assim, o desenvolvimento e a gestão dos projetos de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), necessitam de tecnologias mais adequadas e melhoria dos processos de comunicação e coordenação a fim de evitar conflitos, retrabalhos e desperdícios. Portanto, um ambiente colaborativo, com projetos integrados, passa a ser uma agenda de pesquisa na construção civil [2][3].

Um dos propósitos do Building Information Modelling (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, é desenvolver um modelo construtivo digital colaborativo propiciando a contínua interação entre as equipes ao longo do ciclo de vida do ativo. Logo, tem sido apontado como um caminho promissor para a melhoria dos processos e produtos da indústria da construção civil [4].

Cabe à comunidade acadêmica formar egressos dos cursos de graduação, ligados ao setor AECO, com competências e habilidades em BIM [5]. Nesse contexto, diversos laboratórios e grupos de pesquisa estão sendo formados com foco em ensino e pesquisa, tais como: o BUILT CoLAB, com equipe pluridisciplinar nas áreas de engenharia civil, arquitetura, informática e tecnologias da informação e comunicação; o GeBIM da Universidade Federal de Santa Catarina, que reúne professores, alunos e profissionais; e o Projeto Construa Brasil com as Células BIM.

Porém, esses grupos ainda são reduzidos e o ensino de BIM no Brasil ainda é fortemente concentrado exclusivamente nas ferramentas de modelagem [6], não abordando as demais competências BIM. Reconhece-se que há uma carência de experiências e estudos sobre como implementar atividades de projetos colaborativos ainda na graduação em arquitetura e urbanismo [4].

Assim, esse trabalho tem como objetivo analisar o processo de projeto colaborativo com estudantes de graduação utilizando a metodologia BIM a partir de um projeto desenvolvido em um grupo de estudos no curso de Arquitetura e Urbanismo. Também, foram traçados os seguintes objetivos específicos: selecionar uma plataforma de projeto colaborativo em BIM; desenvolver um projeto experimental hipotético envolvendo diferentes disciplinas de projeto; identificar dificuldades e potencialidades do processo de projeto colaborativo com a metodologia BIM na graduação.

O PROCESSO DE PROJETO

As discussões sobre projeto se dão, basicamente, em torno de dois aspectos [7]: o projeto como um processo e o projeto como um produto. Como processo, há uma fragmentação dividindo o projeto em diversas fases e diferentes disciplinas especializadas, tornando profissionais ligados à concepção e ao planejamento distanciados da obra e de uma visão global da construção [8]. Esta segmentação tem induzido ao entendimento errôneo de que a técnica, a produção e a estética podem ser fragmentadas [9]. Como produto, deve-se produzir a documentação da concepção da construção que se pretende executar com o mínimo de falhas de entendimento.

É necessário reconectar os arquitetos e urbanistas à indústria e ao canteiro de obra recuperando as conexões com os demais agentes dos ativos da indústria da construção civil. Para isso, o ensino de projetação arquitetônica precisa, também, de uma reorientação tectônica, eliminando a falsa oposição entre a arquitetura e a engenharia [9].

No ensino, temos um cenário de onde os estudantes têm contato reduzido com os problemas de construção e a falta de introdução de ferramentas colaborativas no processo de concepção de projetos experimentais, que ampliam as competências dos futuros arquitetos e urbanistas [9]. O projeto arquitetônico deve surgir da emergência entre uma série de fatores e atividades, uma vez que trata de uma conversa reflexiva na ação [10].

O BIM deve induzir a uma evolução do processo tradicional de desenvolvimento de ativos permitindo que a indústria da construção civil obtenha ganhos de produtividade, qualidade, sustentabilidade, controle, transparência e otimização da alocação de recursos [11]. Na adoção do BIM, há mudanças nas práticas de concepção, produção, documentação e gestão de projetos e obras para que trabalhem de forma integrada e colaborativa, reaproximando com os processos produtivos. Este protótipo digital auxilia na tomada de decisões de projeto, operação e manutenção ao longo do ciclo de vida da edificação [12].

Os benefícios da integração de projetos com modelos BIM apontados pela literatura são diversos, tais como: maior precisão de projetos (especificação, quantificação e orçamentação); possibilidade de verificação das diversas etapas da construção, permitindo a identificação e eliminação de conflitos antes mesmo da construção e diminuindo retrabalhos e desperdícios (resíduos); disponibilização de simulação de desempenho dos elementos, de sistemas e do próprio ambiente construído; gestão mais eficiente do ciclo de obra; diminuição de prazos e custos; e maior consistência de dados e controle de informações e processos, resultando em maior transparência nas contratações públicas e privadas [4].

Diante dos benefícios elencados, o Governo Federal tem incentivado a adoção gradual do BIM no âmbito da administração pública federal por intermédio da publicação de decretos no Diário Oficial da União (DOU) a partir da "Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil" através de um Decreto Federal n.9.377/18. Assim, o BIM passou a ser obrigatório para projetos de obras públicas federais, conforme o decreto 10.306/2020, e na nova lei de licitações 14.133/2021.

Porém, são recorrentes os relatos de tentativas de implementação do BIM mal sucedidas. Os motivos variam desde a dificuldade de aceitação das equipes até a rejeição em mudar padrões (inclusive de documentação) nas empresas. Em parte, as barreiras e dificuldades encontradas se dão por falhas no método de implementações, mas também pela carência de formação nas demais competências BIM durante a graduação.

USO DE TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NA GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Com o avanço da tecnologia digital, os engenheiros se interessaram cada vez mais pelas análises matemáticas, e os arquitetos pelos aplicativos de representação. A partir dos anos 1990, a difusão da computação gráfica para a produção da representação arquitetônica foi intensificada.

Desde então, com a evolução tecnológica, há um fascínio pela possibilidade de reprodução do objeto arquitetônico fielmente à realidade [13]. Portanto, é recorrente que, nas disciplinas que ministram o conteúdo de representação e o uso da informática, o ensino seja restrito aos comandos dos vários programas dedicados ao desenho e à modelagem 3D [6].

Por outro lado, os planos de ensino das disciplinas de estruturas e instalações enfatizam o objetivo, nos cursos de arquitetura e urbanismo, de promover o diálogo entre arquitetos e engenheiros na prática de projetação por meio de uma visão integrada das disciplinas de uma edificação e compatibilização de projetos. Contudo, essas práticas tem demonstrado aplicação pouco efetiva, não havendo aprofundamento teórico e prático de uma abordagem interdisciplinar da prática de projetação nas disciplinas, a despeito das possibilidades abertas pelas novas tecnologias digitais [13].

O ensino de BIM na graduação deve ser visto como necessário considerando que o processo de projeto em arquitetura e urbanismo encontra-se em uma profunda mudança, e as ferramentas computacionais estão cada vez mais presentes, não apenas na representação do projeto, mas também no seu processo. Destaca-se que as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo[1] recomendam a interpenetrabilidade dos dois núcleos curriculares, a saber: conhecimentos de fundamentação (núcleo I) para as de conhecimento profissionais (núcleo II).

Diversos trabalhos têm pesquisado sobre a implementação do BIM nos cursos de graduação, seja por inserção na matriz curricular ou por meio de grupos de pesquisa e extensão [4]. Estas pesquisas reforçam o entendimento que a adoção do BIM na

[1] http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=5651-rces002-10&Itemid=30192

graduação favorece o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos técnicos, junto a competências e habilidades em BIM.

Porém, também indicam desafios na inserção de conteúdo BIM em matrizes curriculares já consolidadas, tais como, barreiras culturais de docentes e instituições de ensino, bem como os altos investimentos em softwares, hardwares e redes. Cabe ressaltar que, com o aumento da complexidade dos projetos e das tecnologias disponíveis, é irreversível a implementação do BIM nos currículos acadêmicos sendo importante estudos prévios para melhor subsidiar as mudanças nas grades curriculares [14].

MÉTODO

As alunas do grupo de estudos desenvolveram o projeto experimental (hipotético) de uma pousada, composta de 13 chalés idênticos, com dois pavimentos, localizada na área litorânea do Estado do Ceará como estudo de caso da pesquisa. O programa de necessidades foi distribuído em dois pavimentos da seguinte forma: térreo - varanda, sala, cozinha, banheiro e serviço; pavimento superior - varanda, suíte, closet e banheiro.

Esta foi a primeira experiência de projeto colaborativo em BIM realizada pelas alunas na instituição de ensino. A equipe de projeto foi também compõe a equipe de pesquisa.

Inicialmente, foi feita uma divisão das disciplinas para cada participante do grupo, formada por duas estudantes e uma professora do curso de Arquitetura e Urbanismo. Ressalta-se que foi aberta seleção para estudantes de engenharia civil, porém não houve interessados inscritos. Esse fato impactou nos objetivos iniciais da pesquisa, mas não invalidou a continuação do projeto piloto na instituição.

Dito isso, a pesquisa foi dividida em dois momentos: o primeiro com uma abordagem teórica e de capacitação, e o segundo de experimentação prática na elaboração do projeto. O andamento da pesquisa envolveu reuniões que aconteceram num período de seis meses de forma remota e síncrona utilizando a Plataforma Google Meet.

No total, foram realizados 28 encontros de aproximadamente 1 hora cada distribuídos da seguinte forma: 04 encontros de fundamentação sobre teoria BIM; 07 encontros para seleção e capacitação sobre ferramentas computacionais; 15 encontros para discussão do projeto arquitetônico e complementares; e 02 encontros para planejamento.

O projeto arquitetônico foi desenvolvido no ArchiCAD e os de instalações no Revit, sendo possível testar a interoperabilidade entre esses dois softwares e, posteriormente, com a plataforma de colaboração de projetos selecionada. Após uma pesquisa sobre ferramentas similares foi constatado que a plataforma *Trimble Connect [7]* atendia melhor às expectativas para a pesquisa por possuir versão de teste gratuita, com bastante similaridade à versão paga e de fácil aprendizagem. A ferramenta permite o acesso pela nuvem, sem a necessidade de instalação, dando flexibilidade à pesquisa.

A equipe trabalhou de forma remota e a distribuição das atividades foi feita por meio de uma matriz de responsabilidades. Esta foi montada considerando as competências e habilidades de cada integrante da equipe. A primeira integrante ficou responsável por ser a BIM Manager e também pelos projetos hidrossanitário e elétrico; a segunda integrante ficou responsável pelo projeto arquitetônico, pré-lançamento da estrutura e pela renderização; já a terceira integrante ficou responsável pela implantação e paisagismo e também pelo arquitetônico. A BIM Manager do projeto realizou o cadastro do projeto e organizou os níveis de permissões da equipe de acordo com perfis pré-estabelecidos: administrador ou usuário.

RESULTADOS

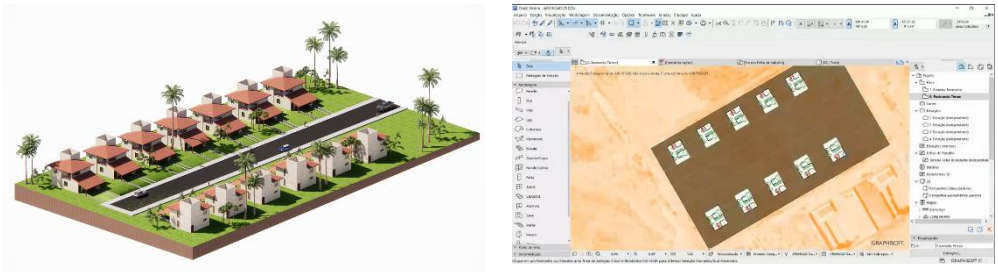
Neste tópico, será feita a análise do processo colaborativo em BIM. Os resultados derivam do desenvolvimento das disciplinas de arquitetura, instalações elétrica, hidrossanitária e paisagismo.

Este exercício possibilitou às discentes do grupo de estudos um aprofundamento dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas curriculares na medida em que permitiu a aplicação prática com BIM e outras ferramentas digitais de realidade virtual, realidade aumentada e renderização.

Foi feito um planejamento da organização de tempo (cronograma), gerenciamento das atividades (metas e monitoramento) e comunicação (reuniões, whatsapp, e-mails e plataforma de colaboração). Inicialmente, foi realizada uma capacitação sobre a metodologia BIM nos meses de agosto e setembro de 2021. Nesta etapa também foi feita a escolha do Trimble Connect como ferramenta de colaboração. Esta etapa introdutória reduziu eventuais falhas que poderiam ocorrer no andamento da construção do modelo virtual e do próprio projeto.

Em seguida, foi selecionado um terreno real para que fossem feitos estudos de conforto ambiental e de topografia para locação de 13 chalés idênticos no litoral do Ceará (ver figura 01). Cabe reforçar que este projeto possui caráter meramente acadêmico e experimental. Cada edificação foi implantada em níveis específicos, considerando o desnível da topografia.

Figura 01: Implantação da pousada.

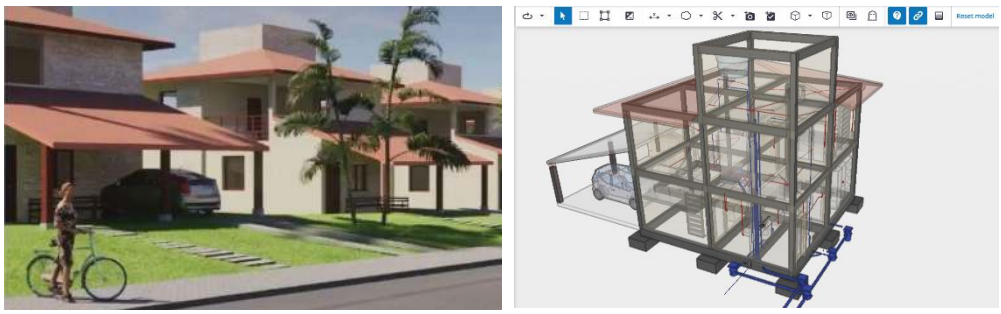


Fonte: as autoras.

O estudo de implantação foi realizado em duas semanas com três encontros para discussão do projeto. Em seguida, foi iniciado o estudo preliminar do projeto arquitetônico do chalé modelado software Archicad (Figura 02). Foram mantidos dois

arquivos autorais separados: um para o projeto arquitetônico do chalé e outro para a implantação, a fim de estudar o processo de coordenação dos arquivos.

Figura 02: Projeto arquitetônico e estrutural do Chalé.

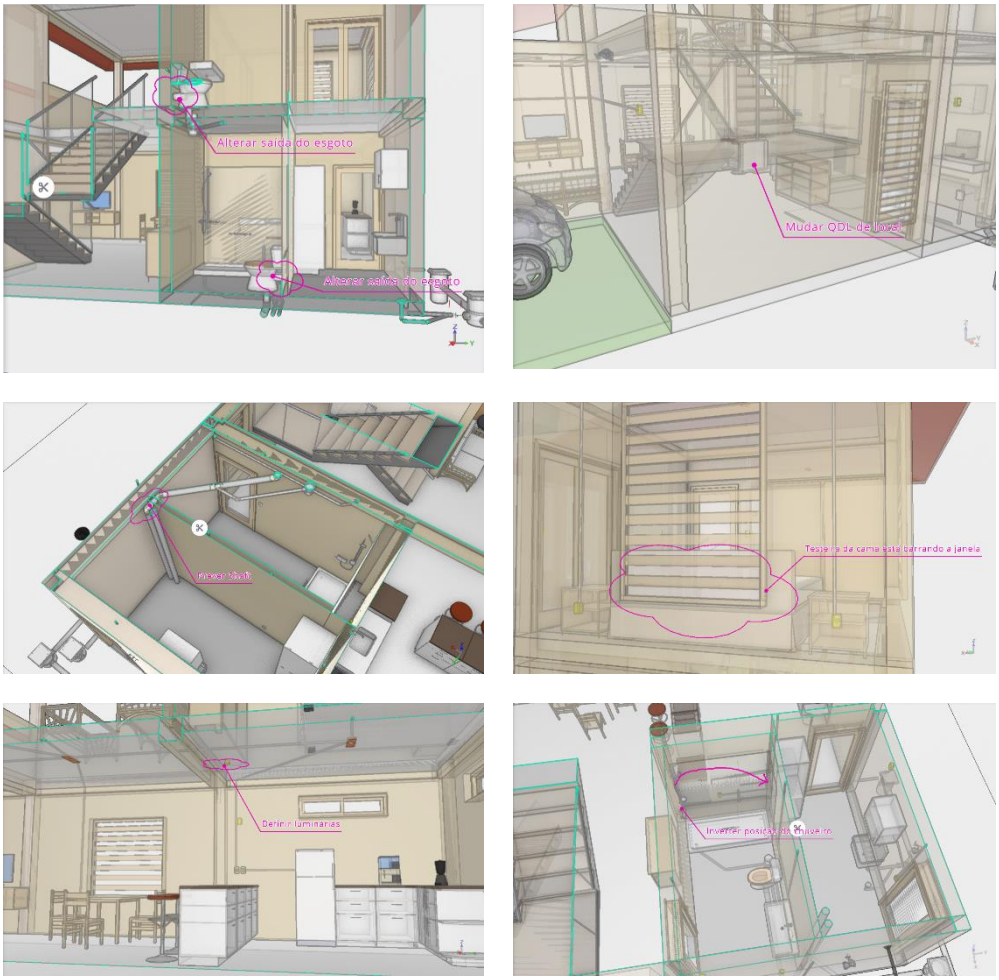


Fonte: as autoras.

Após o estudo preliminar do projeto arquitetônico, procedeu-se o pré-lançamento da estrutura, tomando como base as diretrizes projetuais de racionalidade construtiva e flexibilidade arquitetônica, de forma que fossem previamente compatibilizados, evitando interferências na modelagem. Assim, foi possível compatibilizar os projetos arquitetônico e estrutural desde o início do projeto.

Com o projeto arquitetônico e o pré-lançamento estrutural compatibilizados, foram iniciados os projetos elétrico e hidrossanitário no Revit. A partir dessa etapa, as reuniões de coordenação de projeto passaram a documentar as observações no Trimble connect, definindo as responsáveis por cada tarefa e os prazos (ver figura 03).

Figura 03: Detecção de interferências e requisições do projeto.



Fonte: as autoras.

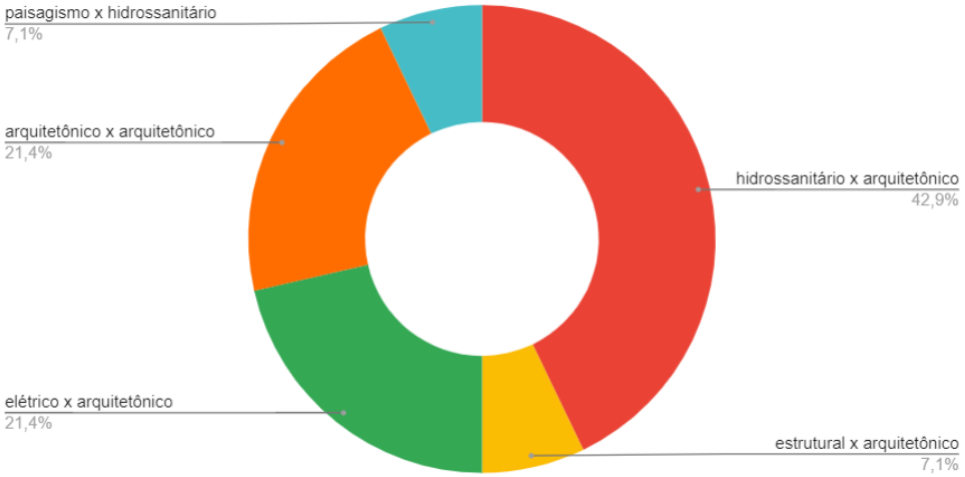
O modelo federado foi gerado a partir dos modelos *Industry Foundation Classes* (IFC) dos arquivos autorais. Não foi utilizado o *BIM Collaboration Format* (BCF), levando em consideração que a equipe possuía apenas 03 integrantes e o fato de que o projeto era pequeno, sendo possível haver várias reuniões ao longo do estudo e, portanto, as visualizações na nuvem e anotações eram suficientes para coordenação e levantamento de indicadores.

Os modelos autorais eram de propriedade exclusiva de cada projetista. As interferências foram documentadas em uma lista de tarefas a fazer, sendo enviadas notificações por e-mail para cada responsável. A plataforma oferece diversas possibilidades de anotações, comentários, filtros, listas e visualizações em camadas, com a produção de documentos virtuais onde a câmera exibe a interferência e suas devidas observações e envio automatizado para o e-mail de cada responsável.

As premissas projetuais definidas no partido arquitetônico, nos primeiros encontros, facilitaram o desenvolvimento dos projetos de instalações, tais como o zoneamento aproximado das áreas molhadas. A plataforma Trimble Connect permitiu a visualização de interferências e oportunidade de melhoria do projeto. Optou-se pela identificação visual das interferências e não pela forma automatizada considerando que um dos

objetivos do experimento é a formação discente na percepção e reflexão das interferências (ver figura 04).

Figura 04: interferências identificadas entre as disciplinas de coordenação de projeto.



Fonte: as autoras.

A equipe reconhece que muitas não seriam percebidas em documentação 2D e em um prazo tão curto de projetação. O processo e as ferramentas contribuiram para o amadurecimento da colaboração e da aplicação do conhecimento das disciplinas curriculares.

As requisições de informação referiam-se a: complementar as informações do modelo (7%), complemento das definições do programa de necessidades ou requisitos do projeto (43%), correções na modelagem (7%), e interferências espaciais (43%). As estudantes entenderam que algumas falhas que aconteceram foram decorrentes da falta de domínio no uso das ferramentas computacionais.

Por outro lado, parte das interferências ocorreram devido à maturidade projetual e à complexidade do processo de projeto em que se deve atender múltiplos requisitos de desempenho, para além do programa de necessidades arquitetônico. Assim, o método colaborativo em BIM antecipou, integrou e aprofundou discussões do partido arquitetônico, de coordenação e tectônicas.

Por fim, nota-se que a pesquisa sobre a colaboração de projetos em BIM atravessa diversos fatores da prática profissional, tais como: o fluxo de produção do escritório de projetos; o perfil de cada integrante da equipe; e a necessidade de capacitação constante de projetistas para lidarem com novas tecnologias. Ainda, foi constatado que a colaboração de projetos em BIM amplia o entendimento dos projetistas que, além de uma simples ferramenta de trabalho, o BIM oferece novos campos de visão para resolver os tradicionais problemas de produtividade dentro de um escritório de projeto e também na própria execução do edifício, tornando o tempo aplicado no ato de projetar mais assertivo, o processo de criação mais fluido, além de uma obra com conflitos espaciais reduzidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da complexidade das edificações e, consequentemente, do processo de projeto, são necessários novos métodos de projeto e gerenciamento das construções. A adoção de práticas de processos colaborativos e ferramentas computacionais mais eficazes têm sido apontadas como soluções promissoras para aumento da qualidade e produtividade na indústria da construção. Portanto, é de extrema importância formar profissionais com habilidades e competências para atuar nesse novo cenário que envolve a AECO.

Na produção do projeto deste estudo, foram encontradas poucas incompatibilidades em virtude da baixa quantidade de projetistas, o que facilitou a comunicação entre a equipe. Essa boa comunicação entre os projetistas ofereceu um melhor aproveitamento do tempo, tendo em vista que se fazia de maneira assertiva e simultânea ao desenvolvimento de cada disciplina.

O estudo desenvolvido atingiu o objetivo geral identificando os benefícios da metodologia BIM no processo de projeto colaborativo, promovendo um fluxo de informações assertivo reduzindo retrabalho e aplicando o conhecimento das disciplinas curriculares. A coordenação do desenvolvimento do projeto permitiu identificação rápida dos ajustes e interferências entre as disciplinas. Ainda, o modelo federado contribuiu nas discussões sobre o partido arquitetônico e urbanístico, e paisagístico juntamente com a estrutura e instalações.

Havia uma expectativa em promover um projeto colaborativo entre estudantes de arquitetura e de engenharia, mas não foi possível por não ter havido inscritos. Esse fato pode ser um indicador da falta de cultura colaborativa e de incentivo às práticas de coordenação de projetos em ambas as graduações.

REFERÊNCIAS

[1] LEITE, K. P. Proposta de melhorias do processo de projeto e de desenvolvimento de produtos em empreendimentos imobiliários. 2014. 229 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil)–Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

[2] DE MACEDO ALVES, Roberto Cavalleiro; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. BIM3C: UM MODELO PARA PROJETO COLABORATIVO EM BIM. PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade, v. 5, n. 18, 2021.

[3] FERRARI, Fernanda Aparecida Marino. Gestão computacional do processo de projeto colaborativo em BIM. Tese de Doutorado. 2020. Universidade de São Paulo.

[4] MELO, R. S. S. de; CHECCUCCI , Érica de S. .; PEREIRA, A. P. C. II Workshop online de prática integrada de projeto BIM – UFBA. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.293. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/293. Acesso em: 30 mar. 2022.

[5] CHECCUCCI, Érica de S. e AMORIM, A. L. de. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. PARC Pesq. em Arquit. e Constr., vol. 5, nº 1, p. 6-17, jun. 2014. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v5i1.8634540.

[6] DINIZ, Luciana Nemer; QUEIROZ, Joana Costa de Miranda. XIII GRAPHICA -International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design: Ateliê de projeto - superando o paradigma: do abandono da prancheta para a inserção das ferramentas digitais. 2019, Rio de Janeiro, Anais.

[7] SALGADO, Mônica Santos. Gestão do Processo do Projeto do Edifício: uma discussão. Cadernos do PROARQ, v. 9, p. 29-42, 2005.

[8] JØRGENSEN, Bo. Integrating lean design and lean construction: processes and methods. 2006. Doctoral dissertation. The Technical University of Denmark.

[9] BORGES, Marina Ferreira. CONVERSA EXPANDIDA. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 28, n. 42, p. 280-315, 2021. Disponível em: http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/26851/19731. Acesso em 15 jun. 2022

[10] SCHÖN, Donald A. Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions. Jossey-Bass, 1987.

[11] ALENCAR, N. M. R. F. de; SOUZA , A. A. C.; FIGUEIREDO , A. E. H. de; LANDIM , K. M. de O. Processo colaborativo e sua aplicação através das nuvens de armazenamento A360, Trimble Connect e BIMcollab. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1. DOI: 10.46421/enebim.v3i00.318. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/enebim/article/view/318. Acesso em: 13 jun. 2022.

[12] SEPASGOZAR, S.M.E.; Hui, F.K.P.; Shirowzhan, S.; Foroozanfar, M.; Yang, L.; Aye, L. Lean Practices Using Building Information Modeling (BIM) and Digital Twinning for Sustainable Construction. Sustainability 2021, 13, 161. https://dx.doi.org/10.3390/su13010161

[13] RECENA, Maria Paula; DILLENBURG, Daniel. Representação Como Operação. Revista Prumo, [S.l.], v. 3, n. 5, p. 10, dec. 2018. ISSN 2446-7340. Disponível em: <http://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaprumo/article/view/832>. Acesso em: 15 nov. 2021. doi: http://dx.doi.org/10.24168/revistaprumo.v3i5.832.

[14] BÖES, Jeferson Spiering. Proposta de plano de implantação do BIM na indústria da construção civil. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2019.