DESAFIOS DO USO DO BIM EM OBRAS PÚBLICAS DE GRANDE PORTE: UM ESTUDO DE CASO DE UMA UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO (UPA)

TERRA, Isabella Ishigami Bastos[1] *(*isabellaishigamii@gmail.com*); SANTOS, Andre P. dos*[2] *(ssnt.andre@gmail.com)*

[1]Instituto de Pós-Graduação e Graduação (IPOG), Brasil

[2]Univesidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

Palavras-chave: BIM, obras públicas, Modelagem da Informação da Construção, Interoperabilidade.

Resumo

A tecnologia BIM se apresenta vantajosa em diversos aspectos para o setor da construção civil, principalmente pela possibilidade de visualização e alteração simultânea, inclusive por diversas disciplinas, através da interoperabilidade entre *softwares* BIM. No Brasil, segundo a Lei nº 14.133 de 2021, as obras públicas a serem licitadas estabelecem que os projetos sejam elaborados preferencialmente usando BIM, a fim de maior rigor e controle sobre os processos construtivos envolvidos. Embora o uso da tecnologia esteja sendo empregada conforme a legislação, ainda há etapas incipientes no que diz respeito ao uso integrado do BIM entre as disciplinas que compõem o projeto e sua compatibilização, o que acarreta em fluxo de trabalho desordenado e perda de produtividade, dificultando processos na fase de projeto. Dessa forma, este trabalho busca analisar o projeto de reforma e ampliação em uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA), obra de grande porte licitada na qual foi empregada a metodologia BIM. A metodologia baseia-se em um estudo de caso do anteprojeto e projeto executivo desenvolvido pelos autores no ano de 2022, através de terceirização da modelagem por um escritório de engenharia. Através da análise, após o fim do processo projetual, foi possível constatar dificuldades de coordenação de disciplinas, compatibilização de projetos complementares e dificuldades no fluxo de trabalho, causados pela ausência de protocolos e de um Plano de Execução BIM. Dessa forma, o processo de projeto se tornou oneroso tanto em questões de custo, quanto de prazo. Apesar das dificuldades, o uso do BIM foi importante para garantir processos mais eficientes durante o desenvolvimento do projeto. Assim, este trabalho busca discutir as principais dificuldades encontradas pelos autores, a fim de contribuir para melhores práticas de projeto e uso do BIM para a modelagem e compatibilização de obras de grande porte, bem como sua importância para projetos mais eficientes.

1 INTRODUÇÃO

A Modelagem de Informação da Construção (em inglês *Building Information Modeling* - BIM), é uma metodologia baseada na agregação de informações em um modelo digital e colaborativo de uma construção, permitindo centralizar todas as informações do projeto em um único modelo tridimensional. Assim, possibilita a criação, utilização e atualização do mesmo pelos participantes do projeto e promove o acompanhamento da edificação durante todo o ciclo de vida da construção, desde a fase projetual até o pós-obra. Com isso, a metodologia possibilita a redução de erros e conflitos, o que se traduz numa redução de custos (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018; Sampaio, 2022).

O BIM vem ganhando espaço em nível mundial, principalmente por apresentar a promessa de economia de tempo e dinheiro. No cenário brasileiro, o início da fomentação do uso da metodologia nos setores públicos se iniciou com o Decreto Nº 9377/2018, instituído com a finalidade de promoção de um ambiente favorável para o uso do BIM e, dentre seus objetivos, está a coordenação da estruturação do setor público para a adoção dessa metodologia (Brasil, 2018). Em 2021 foi instituída a Lei nº 14.133, que prioriza a adoção da Modelagem de Informação da Construção (BIM) nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, e define o cenário futuro da tecnologia no Brasil, estabelecendo que "nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção [...]" (Brasil, 2021, n.p.)

A partir da vigência dessa norma, escritórios da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) que prestam serviços para os setores públicos – além dos próprios setores públicos correlatos – perceberam a necessidade de adequação à nova metodologia, a fim de continuar relevante no cenário da construção civil. Em 2022 uma pesquisa foi realizada para entender o uso do BIM nas empresas do ramo AEC, com 478 respostas válidas. A partir disso, foi constatado que 59% das organizações que utilizam BIM se consideram em níveis iniciais de maturidade no seu processo de trabalho, e 73% se concentram nas regiões sul e sudeste do Brasil (Sienge, 2022).

De acordo com Viana e Carvalho (2021), no Brasil, os principais desafios para a utilização e adoção do BIM são a falta de conhecimento e experiência, problemas de interoperabilidade e resistência cultural. Dessa forma, o uso geralmente restringe-se a visualização de conflitos e levantamento de quantitativos, indicando uma falta de maturidade da ferramenta em território brasileiro.

Na pesquisa conduzida em 2022, 48% das organizações consideraram que o principal desafio para a utilização do BIM era a capacitação dos profissionais (Sienge, 2022). Para Sampaio (2022), a implementação da metodologia necessita de reestruturação dos processos internos de uma empresa em relação aos novos métodos e, também, a melhoria da comunicação entre as diversas atividades envolvidas na construção.

Além dos fatores mencionados, há ainda outros identificados na literatura, como a ausência de adoção de protocolos BIM, falta de compartilhamento de informações, entre outros. Segundo Gartoumi, Zaki e Aboussaleh (2023), a implantação de um protocolo permite que as informações sejam combinadas com outros dados físicos, estruturais, de gestão, e demais dados pertinentes, criando uma visão geral orgânica do projeto.

De acordo com Porwal e Hewage (2013, p.1), "a maturidade e adoção do BIM depende principalmente do cliente ou do proprietário em projetos de construção" e, nesse sentido, o cenário brasileiro ainda carece de uma cultura forte na adoção de práticas que melhorem o setor da construção civil, considerando que o BIM é um dos principais métodos para eficiência atualmente.

Nesse contexto, busca-se analisar o desenvolvimento de um projeto em BIM para a execução

de uma obra pública, cujo objeto licitado foi o projeto de reforma e ampliação de uma Unidade de Pronto Atendimento. O serviço contratado foi a modelagem em *software* BIM e representação do projeto arquitetônico de edificações em nível de anteprojeto e projeto executivo de acordo com o caderno de encargos especificado pelo contratante, além da extração de quantitativos do projeto. Assim, o estudo busca elucidar as dificuldades encontradas a fim de contribuir para melhores práticas no uso da metodologia BIM em obras públicas e cooperar para o estudo sobre o cenário do BIM no Brasil.

2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é analisar o uso da metodologia BIM no processo projetual de uma edificação de grande porte, utilizando como objeto um projeto de reforma de uma Unidade de Pronto Atendimento em que os autores desenvolveram a modelagem e documentação em *software* BIM. A partir disso, busca-se identificar as principais lacunas encontradas na implantação da metodologia para o projeto em questão. Dessa forma, o trabalho procura contribuir para a discussão da efetividade da implantação da metodologia, aspectos a serem melhorados no uso em obras públicas e colaborar para o incentivo do uso do BIM no Brasil.

3 METODOLOGIA

A metodologia baseia-se na análise das etapas executadas no projeto e as dificuldades encontradas pelos autores no processo projetual em BIM. Dessa forma, o objeto trata-se de um projeto de reforma desenvolvido em BIM a partir do anteprojeto, até a etapa executiva de uma Unidade de Pronto Atendimento na cidade de Belo Horizonte - MG. Os autores deste trabalho atuaram na modelagem (representação digital tridimensional) e documentação (extração de quantitativos, representação gráfica e elaboração de pranchas de aprovação) do projeto mediante terceirização de serviços por parte da empresa que venceu a licitação.

A elaboração foi feita de acordo com o caderno de encargos especificado pelo contratante. Nesse sentido, a modelagem foi iniciada a partir do recebimento do projeto básico previamente elaborado em formato vetorial 2D (*AutoCad* DWG). De posse do arquivo vetorial, os arquivos foram tratados para tornarem-se as bases nos respectivos níveis dos pavimentos a serem modelados em *software* BIM, utilizando o *Revit*® tanto para a modelagem quanto para a documentação.

O projeto em questão tratava-se de uma reforma e ampliação na edificação de uma UPA e, portanto, foi feita inicialmente a modelagem e agregação de informações do edifício original, e posteriormente, as devidas alterações que constavam no projeto de reforma e ampliação. Juntamente com a inserção das paredes, pisos, lajes, telhados, esquadrias e qualquer outro componente da modelagem do projeto, foram inseridas as informações referentes aos objetos para que, posteriormente, pudessem ser extraídas informações necessárias referentes ao modelo, como quadro de áreas, quadro de esquadrias, quantitativo de demolição e quantitativo de materiais.

A modelagem seguiu uma categorização de fases do projeto, permitindo que as informações

sejam associadas aos componentes para indicar em qual período eles foram ou serão construídos. Isso resulta na criação de um modelo 4D, que combina o modelo tridimensional com a dimensão temporal. A visualização do modelo em diferentes fases é considerada um dos principais benefícios da adoção do BIM no projeto em questão.

Sendo um projeto de reforma com demolição de alvenaria e estruturas, a modelagem em fases serviu para identificar claramente quais elementos seriam demolidos e quais seriam construídos (Figura 1), uma vez que parte da estrutura original seria mantida. Assim, o BIM permite obter informações detalhadas sobre o projeto, possibilitando estimativas mais acuradas. Dessa forma, é possível evitar o desperdício de materiais e minimizar os custos associados ao descarte inadequado, atendendo a um dos princípios do Lean Construction, que consiste na maximização de processos enquanto reduz o desperdício, aumentando a produtividade e sustentabilidade do projeto (Lean Construction Institute, 2023).

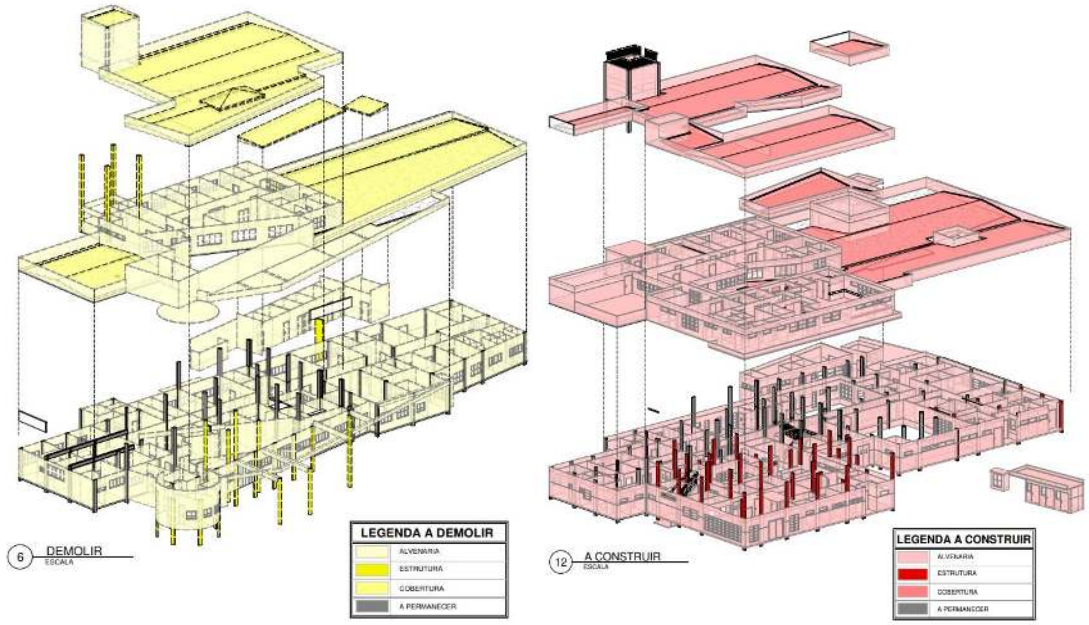

Figura 1. Modelo tridimensional da UPA representando demolição (esq.) e construção (dir.).

Dessa forma, a abordagem visual do modelo em diferentes fases – diferenciadas por cores na Figura 1 –, aliada ao uso do BIM, proporciona uma melhor compreensão dos processos de construção, otimizando a comunicação e minimizando possíveis erros e retrabalhos. A capacidade de visualizar o projeto em 4D é uma poderosa ferramenta para o planejamento eficiente e a tomada de decisões informadas ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

A partir da modelagem do projeto, foi possível identificar algumas interferências relativas a não adoção integral da metodologia BIM, que resultou em alguns processos ineficientes e por

isso, tornaram o projeto oneroso em termos de prazo e custo. Portanto, a seção a seguir detalha os processos mais críticos na execução do projeto.

4 RESULTADOS

Nesta seção são detalhados os principais desafios encontrados durante a implantação do BIM no processo de projeto da Unidade de Pronto Atendimento (UPA). Entende-se que é um projeto de grande complexidade e que necessita de práticas eficazes durante o processo de implementação da metodologia e, por isso, é importante o compartilhamento de experiências para melhorias futuras.

1.1 Falta de um Plano de Execução BIM

Um dos principais elementos para projetos com a metodologia BIM é o Plano de Execução BIM (*BIM Execution Plan* - BEP), que é um documento que tem como objetivo organizar os processos BIM durante um projeto ou da implantação da metodologia em uma empresa. Apresenta diretrizes específicas para o empreendimento e define os *softwares*, as responsabilidades e entregas de cada profissional, assim como o modelo de comunicação que será utilizado (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2018).

Uma das atribuições do BEP para garantir a consistência e precisão da modelagem é determinar o nível de desenvolvimento do projeto (em inglês *Levels of Development* - LOD). Trata-se de uma classificação que determina o nível de detalhe e informações representados na modelagem, variando de 100 a 500 (Figura 2), sendo 100 o nível mais básico e 500 o mais avançado, conforme definição da American Institute of Architects (AIA).



Figura 2. Nível de desenvolvimento (LOD), BibLus (2022).

No projeto em questão, não foi estipulado um BEP pela falta de entendimento mais aprofundado dos envolvidos sobre a necessidade desse material, gerando inconsistências durante a execução da modelagem e documentação do projeto. Nesse sentido, não havia consenso sobre o nível de detalhamento do projeto. Dessa forma, o LOD 200 foi adotado para o anteprojeto por meio da identificação de pontos em comum entre as etapas da metodologia tradicional de projeto e a metodologia usada ao trabalhar com BIM, enquanto o LOD 400 foi utilizado para o modelo final do projeto entregue no nível do projeto executivo, contendo detalhes e informações necessárias para a construção da obra.

A ausência de um BEP também resultou em excesso de revisões nos projetos. A inexperiência com a metodologia BIM, a falta de entendimento claro das etapas de projeto e a falta de adesão de outras disciplinas ao método levou a uma quantidade elevada de revisões não previstas inicialmente, resultando em prazos além do estipulado em contrato. A princípio a modelagem e documentação seria feita a partir de um projeto básico já finalizado, seguindo para a etapa de anteprojeto e projeto executivo desenvolvido em BIM.

Entretanto, o projeto básico sofreu alterações mediante solicitações dos órgãos de fiscalização, tendo a necessidade de ajustes nas bases vetoriais do projeto para serem reinseridas no projeto em BIM. Portanto, etapas inconclusas sob análise e compatibilização com projetos complementares feitos sem uso do BIM foram responsáveis pelo excesso de revisões do projeto. A definição de um BEP bem detalhado auxiliaria na identificação das reais necessidades da modelagem e documentação, evitando ruídos entre os envolvidos e resultando em processos mais eficientes.

1.2 Ausência de Gestor BIM (*Bim Manager*) na coordenação das disciplinas

Devido a característica dispersa da indústria AEC e a grande quantidade de profissionais envolvidos em um mesmo projeto, este – em um contexto BIM – necessita estar centralizado num modelo paramétrico digital, na qual as diversas etapas de projetos são coordenadas por um gestor BIM. O gestor é o profissional especializado encarregado de receber, visualizar e analisar os projetos de diferentes disciplinas em um arquivo centralizado, conhecido como "modelo federado". Esse modelo abrange todas as disciplinas envolvidas no projeto, sendo produzido pelo escritório (Sampaio, 2022).

No entanto, devido à falta de uma definição clara das responsabilidades de cada profissional desde o início do projeto e à ausência de um gestor BIM – função definida no BEP – os profissionais encarregados da modelagem e documentação do projeto arquitetônico precisaram atuar na coordenação entre disciplinas e identificar incompatibilidades com os projetos complementares.

Além disso, os modeladores não possuíam contato direto com os profissionais responsáveis pelos projetos complementares, resultando em uma comunicação improdutiva e consequentemente uma carga de trabalho excessiva, tendo um impacto negativo na eficiência geral do projeto.

1.3 Disciplinas complementares sem interoperabilidade BIM

Apesar do uso do BIM na disciplina de arquitetura, parte dos projetos complementares foram disponibilizados em arquivo vetorial 2D, dificultando a visualização de interferências entre os projetos. Parte da dificuldade encontrada na compatibilização veio da necessidade de importação e exportação do arquivo vetorial, tanto para identificar interferências de outras disciplinas no modelo de arquitetura quanto para manter as bases atualizadas. A diferença de compatibilização de projetos em 2D e 3D pode ser entendida por meio da Figura 3, que demonstra a sobreposição do projeto sanitário com a arquitetura através da visualização bidimensional (à esquerda), dificultando o entendimento do todo, e à direita a visualização do

projeto de estruturas sobreposto no arquitetônico a partir de um modelo tridimensional.

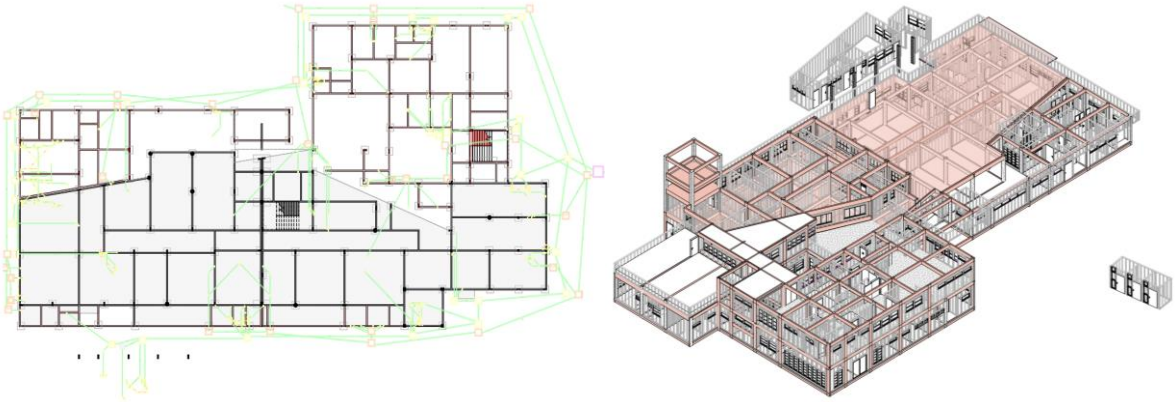

Figura 3. Sobreposição de projeto sanitário em 2D em projeto arquitetônico da UPA (esq.) e sobreposição de projeto estrutural 3D em projeto arquitetônico da UPA (dir.).

Os profissionais da disciplina de estruturas utilizaram *software* BIM no projeto estrutural, permitindo a interoperabilidade com a modelagem da arquitetura por meio de um arquivo IFC[1], possibilitando a visualização de interferências projetuais também de maneira tridimensional (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2018).

A importação do arquivo IFC na disciplina de arquitetura possibilitou a visualização e análise de maneira mais eficiente das possíveis incompatibilidades. Entretanto, nas demais disciplinas foi necessário, a cada revisão de projeto, gerar arquivos DWG e importar no *software* BIM para a sobreposição em 2D, reduzindo a efetividade da compatibilização do projeto. Nesse sentido, devido à falta de interoperabilidade e ausência de um BEP, houve casos em que foi preciso modelar itens além da arquitetura, configurando desvio de função da qual o profissional foi contratado para exercer e demandando maiores prazos.

1.4 Fluxo de projetos BIM x metodologia tradicional

A metodologia BIM e a metodologia tradicional possuem processos de projeto distintos: enquanto no processo de projeto tradicional, o esforço e gasto de tempo aumentam gradativamente até atingir seu auge entre a etapa projetual final e o início de obra, o fluxo de trabalho em BIM demanda mais energia nas etapas iniciais de projeto básico e projeto executivo, conforme demonstra a curva de esforço MacLeamy (Figura 4). Isso se dá pelo fato de que, trabalhando na metodologia BIM, essas são as etapas em que são agregadas as informações de projeto, são feitas as localizações de interferências e constantes adaptações

[1] *Industry Foundation Classes* (IFC) é um formato digital aberto padronizado do ambiente construído desenvolvido pela buildingSMART. É um arquivo neutro que pode ser utilizado em uma ampla gama de *softwares* e *hardwares*, facilitando a interoperabilidade na indústria AEC (BUILDINGSMART INTERNATIONAL, c2023).

para compatibilidade das disciplinas. Apesar de demandarem mais tempo, apresentam melhores resultados, pois é nesse estágio que ocorrem as decisões de maior impacto no projeto, identificando ações e definições que podem resultar em alterações no projeto antes do início da obra, resultando em menores custos de alterações de projeto.

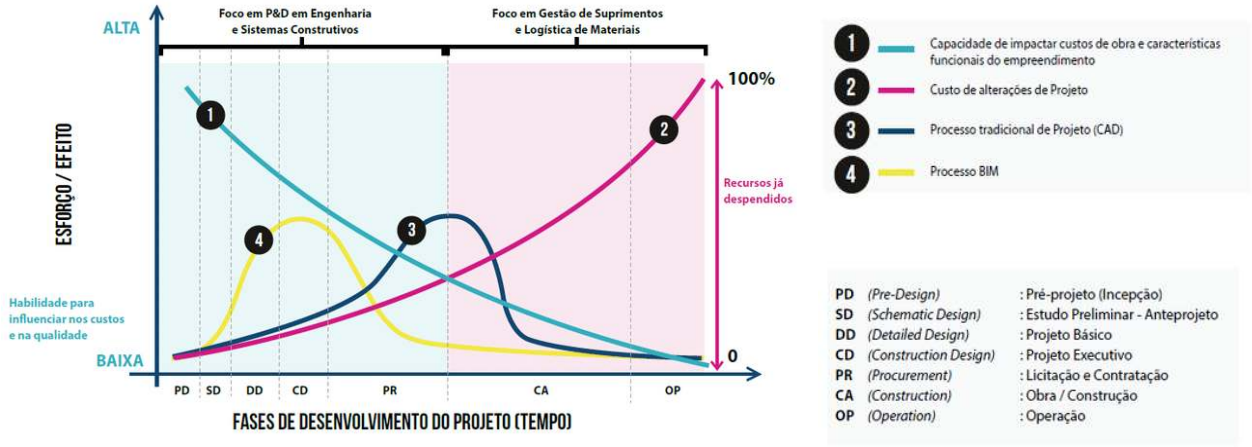

Figura 4. Curva de esforço MacLeamy, Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2016).

Nesse sentido, o projeto analisado foi desenvolvido de forma híbrida entre a metodologia BIM e a metodologia tradicional, devido à falta de adoção de um protocolo que permitisse um fluxo organizado e contínuo. Segundo Sampaio (2022), a transição de um processo tradicional em 2D para uma abordagem de modelo paramétrico em BIM, exige alterações processuais e investimentos em tecnologia e treinamento.

Dessa forma, o BIM configura-se como uma das abordagens fundamentais para a transformação digital do setor de AEC, entretanto, enfrenta muitas barreiras culturais, como a relutância em substituir processos tradicionais de projeto (Gartouni, Zaki; Aboussaleh, 2023). Nesse sentido, a ação governamental é decisiva no fomento da adoção do BIM, uma vez que as obras públicas representam um volume significativo no setor AEC. Assim, o incentivo deveria ter ênfase em todas as etapas do projeto além da arquitetura, uma vez que as disciplinas complementares são partes importantes de uma obra e sua compatibilização é uma etapa importante no processo de projeto (Sampaio, 2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na experiência projetual apresentada, pode-se destacar algumas conclusões importantes sobre o cenário do BIM. A metodologia tem demonstrado eficácia comprovada na redução de erros e retrabalhos ao longo do processo de projeto e construção. A capacidade de uma visualização global do projeto com sobreposição de disciplinas em um ambiente virtual tridimensional facilita a coordenação do projeto e permite a detecção precoce de problemas,

além da resolução antecipada de conflitos entre as disciplinas. Isso resulta em economia de tempo e recursos, além de um fluxo de trabalho mais eficiente.

Em contraste, quando a metodologia não é seguida, apresenta sérios problemas projetuais. A ausência do BEP apresentou fluxos de trabalhos menos eficientes, como a constante importação e exportação de arquivos 2D para compatibilização e atualização das bases de projeto. Esse fluxo de projeto híbrido entre metodologia BIM e metodologia tradicional se mostrou improdutivo, uma vez que a cada nova alteração, demandava exportação e importação de arquivos para manter as disciplinas atualizadas. Além disso, muitos problemas apresentados seriam mitigados com a presença de um gestor BIM, que poderia realizar análises de incompatibilidades e gerar informações para os profissionais designados para cada setor, distribuindo melhor o fluxo de projeto.

Embora o trabalho tenha enfatizado os desafios do uso do BIM em um projeto de grande porte, seu uso foi imprescindível para garantir processos mais eficientes, na redução de erros e retrabalho, na promoção da colaboração e coordenação, no suporte à sustentabilidade em algumas etapas da obra e na facilidade de gerenciamento de instalações. Essas conclusões reforçam a importância do BIM na indústria AEC, proporcionando melhorias significativas em eficiência, qualidade e sustentabilidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2018). Coletânea guias BIM ABDI-MDIC - Guia 01: processo de projeto BIM. (Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC). Disponível em: https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Guia_BIM01.pdf.

Brasil (2021). Lei nº 14133, de 1 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Disponível em: https://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14133.htm.

Brasil (2018). Decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9377.htm.

Biblus (2022). What are LOD and LOIN in BIM and what are they for? Disponível em: https://biblus.accasoftware.com/en/what-are-lod-and-loin-in-bim-and-what-are-they-for/.

Buildingsmart International (c2023). Industry Foundation Classes (IFC). Disponível em: https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2016). Fundamentos BIM - Parte 1: implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília: CBIC. 5 v.

Gartoumi, K. I.; Zaki, S.; Aboussaleh, M. (2023). Building information modelling (BIM) interoperability for architecture and engineering (AE) of the structural project: a case study. Materials Today: Proceedings, p. 1-8. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.408.

Lean Construction Institute (c2023). An Introduction to Lean Construction. Disponível em: https://leanconstruction.org/lean-topics/lean-construction/.

Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2018). Estratégia BIM BR: estratégia nacional de disseminação do Building Information Modelling - BIM. MDIC. Disponível em:

https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf.

Porwal, A.; Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. Automation In Construction, p. 204-214. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.12.004.

Viana, V. L. B.; Carvalho, M. T. M. (2021). Prioritization of risks related to BIM implementation in brazilian public agencies using fuzzy logic. Journal Of Building Engineering, p. 102104. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102104.

Sampaio, A. Z. (2022). Project management in office: BIM implementation. Procedia Computer Science, p. 840-847. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.083.

Sienge (2022). Mapeamento Maturidade BIM no Brasil. Sienge, 27 p. Disponível em: https://siengeprod.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2022/09/maturidade-bim-no-brasil-2022.pdf.