MODELAGEM DE PROCESSO DE PROJETOS BIM COM O FOCO NOS PRINCÍPIOS *LEAN* EM ESTUDO DE VIABILIDADE: TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO, VARIABILIDADE E TEMPO DE CICLO

Process Modeling of BIM project with a focus on Lean principles in stage study: process transparency, variability, and cycle time

Natália Ramos dos Santos Rodrigues
Universidade Federal de Sergipe | Aracaju, Sergipe | contato@engnataliaramos.com

Débora de Gois Santos
Universidade Federal de Sergipe | Aracaju, Sergipe | deboragois@academico.ufs.br

Marco Antonio Brasiel Sampaio
Universidade Federal de Sergipe | Aracaju, Sergipe | marcoabs@academico.ufs.b

Denise Conceição de Gois Santos Michelan
Universidade Federal de Sergipe | Aracaju, Sergipe | denisegois@academico.ufs.br

RESUMO

Este artigo aborda a integração entre os princípios *Lean* e a metodologia BIM para aprimorar a gestão de projetos na indústria da construção civil. Ele destaca a importância de aumentar a transparência, reduzir a variabilidade e otimizar o tempo de ciclo dos processos. O estudo tem como objetivo a adequação de uma modelagem de processos BIM, na etapa de estudo de viabilidade, de um escritório de projetos que assessora prefeituras em licitações de obras públicas. A metodologia aplicada incluiu a análise do processo inicial, reuniões colaborativas para reestruturação das atividades e a modelagem de um novo processo, utilizando a linguagem BPMN (*Business Process Model and Notation*). Entre as ações implementadas estão a inclusão de uma "reunião de partilha" para validar com a equipe o produto estudo de viabilidade. Os resultados indicam que a sinergia *Lean*-BIM permite maior eficiência na fase de projetos, contribuindo para a tomada de decisões e entregas mais assertivas. O estudo reforça o potencial dessas abordagens para melhorar a produtividade e reduzir perdas, promovendo práticas inovadoras no setor da construção civil.

Palavras-chave: BIM; Lean; Projetos; modelagem de processos.

ABSTRACT

This article aims to integrate Lean principles and the BIM methodology to improve project management in the construction industry. It highlights the importance of increasing transparency, reducing variability, and improving the pace of the process cycle. In the forecast study stage, the study aims to adapt a BIM modeling process of a project office that evaluates city halls in public works tenders. The methodology applied included analysis of the initial process, collaborative meetings to restructure activities, and new process modeling using the BPMN (Business Process Model and Notation) language. Among the innovative actions is a "sharing meeting" to validate the forecast study product with the team. The results indicate that Lean-BIM synergy enables greater efficiency during the project phase, contributing to more informed decision-making and timely deliveries. The study reinforces the potential of these approaches to improve productivity and reduce wastes, promoting innovative practices in the construction sector.

Keywords: *BIM*; Lean; Design; Process Modeling.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) precisa sempre buscar mecanismos para melhorar processos e entregar projetos e obras mais eficientes. Nesta perspectiva, a *Lean construction* (LC) e o *Building Information Modeling* (BIM*)* podem ser consideradas ferramentas para garantir a redução de perdas, em particular retrabalhos. No trabalho realizado por Sacks *et al.* (2010), os autores mostram que existem 56 interações entre *Lean* e BIM, enfatizando que é possível adicionar funcionalidades BIM que atendam aos princípios da construção enxuta, principalmente da fase de operações e manutenção de projetos.

Os benefícios da implementação da construção enxuta se assemelham com os da metodologia BIM, que também tem o objetivo de trazer mais eficiência para os projetos e obras. O BIM é caracterizado como um conjunto de tecnologias, processos e pessoas, permitindo aos profissionais da AEC projetar, construir e operar uma construção no espaço virtual (Succar, 2018).

Especificamente na etapa de projetos, um estudo feito por Akinradewo *et al.* (2023) teve o objetivo de contribuir para o conhecimento existente sobre a implementação efetiva do BIM nos estágios iniciais de planejamento de projetos de construção, concluindo que o suporte e o envolvimento dos setores público e privado são cruciais para o sucesso do BIM.

No trabalho desenvolvido por Carbonari e Pirani (2023), dois serviços web foram apresentados e avaliados por meio de testes no local, a fim de mostrar como a adoção de um ambiente de trabalho baseado em BIM, juntamente com tecnologias de ponta, poderia concretizar uma abordagem de gestão enxuta. Um serviço utilizou realidade mista para simular cenários da construção e os participantes podiam colaborar com informações e o segundo serviço desenvolveu modelos de processo e de projeto BIM para a reforma de edifícios, o que permitiu a adoção de um planejador para acelerar os processos de criação da linha de base, contribuindo para adoção do BIM com os princípios *Lean*.

Em outro estudo, feito por Prado Lujan e Murguia (2024), com entrevistas a gestores públicos do Chile, foram obtidos como resposta que o BIM contribuiu para a redução de variabilidade, para aumentar a transparência do processo, valor que é muito importante para o setor público e para a redução do tempo de ciclo. Os autores observaram que com o BIM é possível fazer um processo padrão de documentação para revisão de procedimentos e submissões quase automatizados para o setor público.

Todos esses estudos mostram os benefícios de utilizar a metodologia BIM como ferramenta de facilitação e a aplicação do *Lean* na etapa de projetos, desde a etapa de modelagem de processos até a análises para atingir os objetivos de sustentabilidade.

Tendo em vista todos os benefícios desta sinergia entre o BIM e o *Lean* (Saieg *et al.*, 2018; Carvalho, 2020), é importante incentivar a aplicação desses conceitos e técnicas dentro das empresas da construção civil, tanto no setor privado como no setor público, visto que “o governo, como o maior cliente da indústria da construção, tem um papel fundamental na promoção da adoção do BIM, enquanto o setor privado impulsiona seu avanço desenvolvendo práticas e oportunidades comerciais inovadoras” (AKINRADEWO et al., 2023, p. 38).

Para além dessa sinergia, para a modelagem de processos BIM, pode-se utilizar uma ferramenta de troca de informações chamada de manual de entrega de informações (Information Delivery Manual) (IDM) normatizada pela ISO 29481-1 (ISO, 2010). O IDM, por sua vez, utiliza para a modelagem de processos BIM o *Business Process Modeling Notation* (BPMN). O BPMN "é um padrão de linguagem para modelagem de processos" (OGM, 2011, p.1). Ele tem objetivo de coordenar a sequência de processos e as atividades entre os diferentes participantes do processo.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo fazer a adequação de uma modelagem de processo BIM, na etapa de estudo de viabilidade, elaborado por um escritório de projetos de arquitetura e engenharia que tem como foco assessorar gestores municipais nas licitações de obras. O fluxo de trabalho atual tem três etapas: estudo de viabilidade, projeto básico e projeto executivo. A etapa de estudo de viabilidade implica diretamente a continuidade das demais etapas; por isso, foi utilizada para a adequação neste estudo. A principal motivação foi reduzir o prazo de entrega do estudo de viabilidade e engajar a equipe a seguir o fluxo de trabalho, por isso a adequação tem como foco os princípios *Lean*: aumentar a transparência do processo, redução de variabilidade e tempo de ciclo.

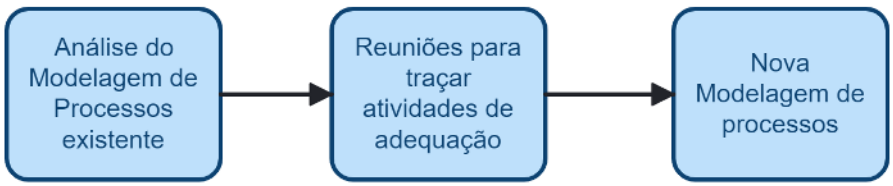
2 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho caracteriza-se como um estudo de caso com abordagem qualitativa, fundamentado em pesquisa bibliográfica e análise documental. O delineamento metodológico envolve a modelagem dos processos BIM em dois momentos: o estado atual e o estado futuro, com o objetivo de identificar oportunidades de melhoria na modelagem de processos. Em cada etapa, foram considerados princípios *lean*: transparência, redução de variabilidade e o tempo de ciclo. Os dados coletados foram organizados e analisados de forma descritiva, possibilitando a comparação entre os dois cenários modelados e a avaliação dos avanços obtidos com as intervenções propostas.

O escritório de projetos, objeto deste estudo, é uma ação do Governo de Xxxxxx, por meio da Agência Xxxxx de Desenvolvimento, com foco no desenvolvimento dos municípios xxxxxxx. Desde 2021, a iniciativa assessora prefeituras do interior do estado na elaboração de projetos, utilizando a metodologia BIM para obras públicas consideradas estratégicas pelos gestores municipais. Vale ressaltar que alguns autores do artigo fazem parte da equipe de projetos deste escritório, o que facilitou o acesso ao conteúdo documental (pesquisa participante).

O trabalho tem como foco os princípios de aumentar a transparência do processo, redução de variabilidade e tempo de ciclo, conforme Koskela (1992). Para isso, a metodologia foi dividida em três etapas: análise da modelagem de processos inicial, elaborada em 2022; reuniões colaborativas com a equipe de coordenadores e núcleo BIM para traçar atividades de adequação; e nova modelagem de processos, conforme Figura 01.

Figura 01: Delineamento das etapas da metodologia



Fonte: Os autores

2.1 ANÁLISE DO MAPA DE PROCESSOS BIM EXISTENTE

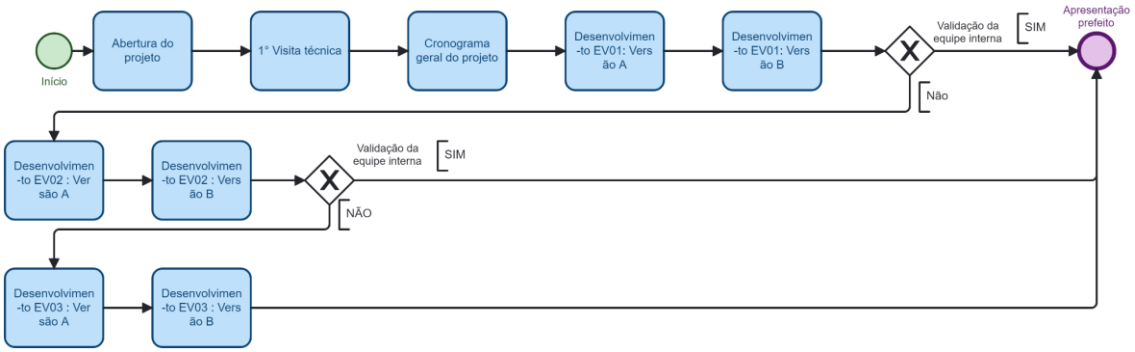
Para esta análise foram feitas pesquisas documentais de modelagem de processos BIM existentes. Neste escritório de projetos, objeto dessa pesquisa, os processos de projetos são divididos em três principais etapas: Estudo de Viabilidade, Projeto Básico e Projeto Executivo.

O estudo de viabilidade é a primeira etapa dos processos e, através do produto desse estudo, material chamado “kit prefeito”, os gestores prospectam recursos de verbas estaduais ou federais para execução das obras. O 'kit prefeito' é um caderno técnico que reúne a proposta de estudo de viabilidade do projeto, tanto em termos projetuais quanto financeiros. Esse material inclui levantamentos dos ambientes, propostas de intervenção, imagens realistas da solução projetada e uma planilha com a estimativa de custos da obra. Por se tratar de uma etapa estratégica e decisiva para a continuidade dos processos, esse material foi adotado como base para a análise e adequação metodológica desenvolvidas no presente artigo.

A modelagem de processos BIM inicial (Figura 02) foi elaborada no ano de 2022 e tinha como etapa inicial o estudo de viabilidade. Na imagem é apresentado o processo de modo resumido para apresentação neste artigo. Na primeira atividade desta etapa, ou seja, a abertura dos projetos, eram solicitados os levantamentos topográfico, cadastral e fotográfico e é nessa atividade que era definido o objeto a ser entregue. São exemplos de objetos: Reformas de praça, Mercados Municipais, Pórticos, Orlas Fluviais, Teatros etc. Como produtos desta primeira tarefa, tem-se o relatório de verificação dos levantamentos.

A atividade seguinte é a 1º visita técnica. Nesta visita, uma equipe de arquitetos visitou o local de implantação do objeto para análises iniciais. Essa atividade tinha como produtos o relatório situacional e a solicitação do diagnóstico de informações, como por exemplo: viabilidade com as concessionárias de água e energia, ensaios de solo etc. A próxima atividade era o cronograma geral do projeto que já se configura como um produto; esse cronograma continha a data de início da modelagem dos projetos até a data de entrega do produto final para os gestores.

Figura 02: Modelagem de processos: estudo de viabilidade



Fonte: Escritório de projetos (2022)

Nas atividades seguintes foram feitas versões do estudo de viabilidade com os produtos: matriz do projeto (estudo de *layout* com os planos de necessidades), desenhos técnicos e imagens renderizadas. Entre essas versões tinham duas reuniões para validação da equipe interna, com os produtos de atas de reunião e com as coletas dos *feedbacks* da equipe interna. Após a validação da equipe técnica da prefeitura, era avançado para a etapa de projeto básico.

Vale ressaltar que, para o estudo de viabilidade, o uso BIM é para a representação 3D do produto, para as etapas seguintes de projeto básico e projeto executivo, o uso BIM foi a extração de quantitativos e orçamento, necessários para compor a documentação para a licitação. Isto influencia diretamente no nível de informação necessário, já que é preciso incluir todas as informações construtivas, como por exemplo: tipo, espessura e material do piso.

Com a análise documental de modelagem de processos existentes, foram observadas tarefas que prolongavam o prazo da etapa de estudo de viabilidade. Por isso, a necessidade de reuniões para avaliar e implementar conceitos da construção enxuta.

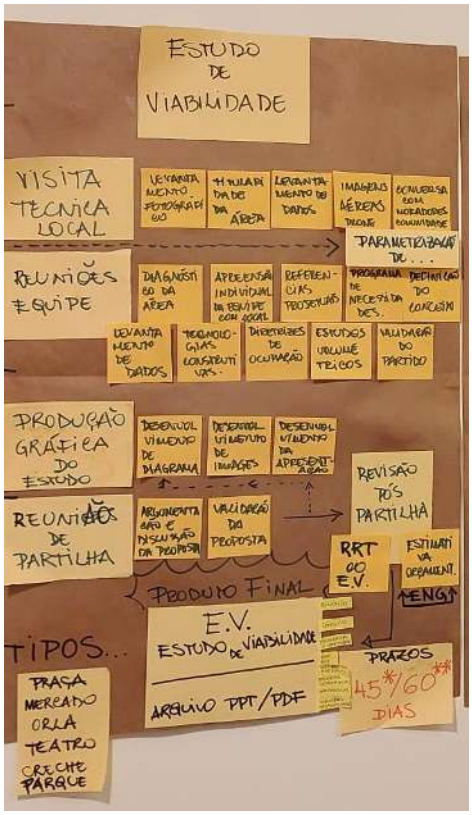
2.2 REUNIÕES PARA TRAÇAR ATIVIDADES DE ADEQUAÇÃO

De acordo com a equipe de coordenação do escritório, os motivos que levaram à adequação desta modelagem de processos BIM existente foram atrasos no cronograma, bem como retrabalhos causados por falta de clareza sobre a etapa que cada equipe estava. Por isso, foram escolhidos os princípios de aumentar a transparência do processo, reduzir variabilidade e tempo de ciclo, ações que fazem parte do *Lean*, para serem aplicados e contribuir com a melhoria contínua do processo de modelagem.

Além disso, na modelagem de processos existente, no estudo de viabilidade, apenas os profissionais da coordenação e do setor da arquitetura participavam das reuniões de validação interna, os projetos de engenharia eram terceirizados. Com a incorporação dos profissionais internos de engenharia civil no processo, foram adicionadas atividades de análises antes de iniciar o projeto básico.

Para traçar as atividades de adequação da modelagem de processos BIM, foram feitos três encontros em 2024 com a participação da equipe de coordenadores, que, de forma colaborativa, foram listando as tarefas (*brainstorming*) e, assim, as informações foram anotadas em um *dashboard* fixo em uma parede onde as pessoas da equipe colocavam *post it* com as tarefas, os responsáveis e os entregáveis, Figura 03.

Figura 03: Escopo para o desenho da modelagem de processos do estudo de viabilidade



Fonte: Escritório de projetos (2024)

Nas reuniões colaborativas foram traçadas as tarefas também para as etapas de projeto básico e projeto executivo. Para essas próximas etapas, é preciso fazer a análise de quais princípios *Lean* puderam ser alcançados com as adequações propostas. Vale ressaltar que a outra meta foi a melhoria contínua, ou seja, a cada ano, a partir de 2024, revisar a modelagem de processos BIM para verificar quais tarefas podem ser feitas de forma mais eficiente.

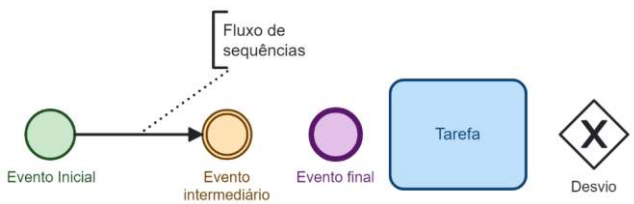
Com as tarefas readequadas, o passo seguinte foi de modelar a nova modelagem de processos BIM para que todos da equipe do escritório tivessem acesso e pudessem aplicar nos projetos em curso.

2.3 NOVA MODELAGEM DE PROCESSOS BIM

Para a nova modelagem de processos BIM, foi utilizada ferramenta para troca de informações chamada de manual de entrega de informações (IDM – Information Delivery Manual) normatizada pela ISO 29481-1(ISO, 2010). A abordagem preferencial para desenvolver um mapa de processos dentro do IDM é o *Business Process Modeling Notation* (BPMN), devido principalmente a sua frequente utilização na especificação de processos de grandes projetos (Buildingsmart, 2010), conforme já mencionado.

A linguagem BPMN representa cada ação com um símbolo. Os objetos dos fluxos são divididos em: atividades, simbolizados por quadrados, que é o trabalho a ser executado; eventos, simbolizados por círculos, que são as ocorrências de início ou fim dos processos; e desvios, simbolizados por losangos, que são pontos de desvios que determinarão o caminho que o processo seguirá (Figura 04).

Figura 04: Linguagem de notação BPMN



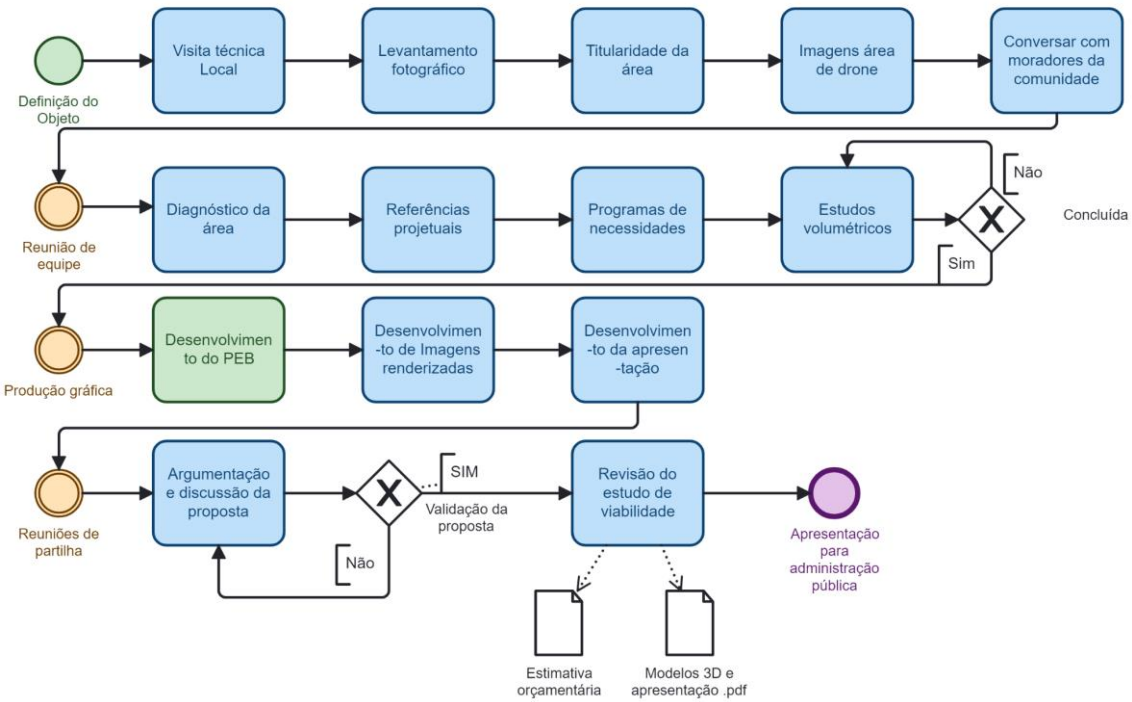
Fonte: Os autores, de acordo com linguagem de notação (Buildingsmart, 2010)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o levantamento das informações durante os encontros, foram mapeados quatro principais eventos do Estudo de Viabilidade: visita técnica ao local, reuniões de equipe, produção gráfica do estudo e reuniões de partilha.

Cada evento principal teve tarefas e fases de validação. No primeiro evento, que é a visita técnica no local, precisam ser feitos os levantamentos fotográficos, a titularidade da área (feitos através de levantamentos topográficos), imagens áreas de drone e conversa com moradores da comunidade. Este último é para fazer o diagnóstico social e cultural da área de intervenção. Assim, com base neste mapeamento das reuniões colaborativas, foi modelado nova modelagem de processos da etapa de estudo de viabilidade (Figura 05).

Figura 05: Nova modelagem de processos BIM - Estudo de viabilidade



Fonte: Os autores, através do trabalho colaborativo do Escritório de projetos (2024)

No evento de reuniões de equipe, foi feito todo o estudo do contexto da área, pesquisa de referências projetuais e elaboração do programa de necessidades. Com esses elementos, foram definidos o conceito do projeto e as tecnologias construtivas. Nessa etapa, já foram criados os primeiros modelos BIM, com o uso de representação 3D, na atividade de estudos volumétricos.

O evento da produção gráfica foi a elaboração dos materiais gráficos para a apresentação da reunião de partilha, com apresentação sobre os estudos elaborados e as imagens realísticas dos modelos tridimensionais. Também foi nesse evento que foi elaborado o Plano de Execução BIM (PEB). Esse documento serviu de base para a elaboração de todos os modelos BIM.

O evento de reunião de partilha foi onde ocorreram as discussões sobre a proposta de intervenção. Toda equipe do escritório foi convidada a participar, pois era preciso analisar se foram atendidas as demandas da comunidade com a melhor solução técnica. Com a validação dessa tarefa, foram gerados dois produtos principais: a apresentação em .pdf com os modelos BIM 3D e a estimativa orçamentária do objeto. Dessa forma, com a finalização da etapa estudo de viabilidade, passou-se para a próxima etapa, ou seja, o projeto básico.

Nesta nova modelagem de processos para o estudo de viabilidade uma ação para implementar o princípio *Lean* de aumentar a transparência do processo foi a implementação da chamada reunião de partilha (Carvalho, 2020); nessa reunião, são apresentadas, para toda equipe do escritório, as ideias iniciais de projeto, o plano de necessidades e uma modelagem inicial, para que todos possam dar o *feedback* sobre o

andamento do estudo de viabilidade. Inclusive a equipe de engenharia pode fazer análises iniciais de viabilidade construtiva nessa reunião.

Para o princípio *Lean* de redução de variabilidade, foram inseridas as atividades de referências projetuais e programas de necessidades, uma vez que essa padronização na fase projetual proporciona maior precisão e segurança ao processo (Borges, 2018). Essas atividades facilitam a verificação de que as demandas foram atendidas ou não, evitando a necessidade de várias versões do modelo.

Outra ação, dessa vez para atender o princípio de redução do tempo de ciclo, foi definir o prazo para esta etapa, sendo definido em 45 dias para objetos de baixo/média complexidade (exemplo: praças e pórticos) e 60 dias para objetos com alta complexidade (exemplo: Orla fluvial e mercados municipais) com processos enxutos. “A combinação de ter diferentes modelos para aplicar usos do BIM fornecidos por clientes públicos e modelagem de processos para ferramentas e métodos *lean* fazem parecer que o BIM permite a redução dos tempos de ciclo de várias partes do escopo do projeto suportado pelo BIM” (Prado Lujan; Murguia, 2024, p. 762).

Além disso, nas etapas iniciais de levantamentos deverão ser priorizadas ferramentas que usam a metodologia BIM, como o levantamento com nuvem de pontos.

A nova modelagem de processos foi disponibilizada digitalmente dentro de uma plataforma de planejamento de projetos onde podem ser atribuídos os responsáveis pelas tarefas, bem como as datas de início e término, facilitando a gestão de entrega dos produtos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo, foi possível explorar o potencial da integração entre os princípios *Lean* e a metodologia BIM como estratégia para aprimorar a gestão de projetos no setor da construção civil. A aplicação conjunta dessas abordagens, por meio da modelagem de processos BIM, mostrou-se promissora ao indicar caminhos para o aumento da transparência, a redução da variabilidade e a otimização do tempo de ciclo dos projetos, aspectos apontados como benefícios potenciais na literatura especializada.

Embora não se tenha realizado uma medição direta desses impactos, os resultados obtidos no estudo de caso contribuem para a compreensão de como essas metodologias podem ser estruturadas e aplicadas em conjunto. O trabalho sugeriu que ações como a inclusão de etapas colaborativas, a padronização de prazos e o uso de ferramentas tecnológicas podem contribuir para uma comunicação mais eficaz e para o fortalecimento do engajamento das equipes envolvidas.

Ressalta-se, ainda, que a colaboração entre os setores público e privado pode ser um fator relevante para impulsionar a adoção dessas práticas inovadoras. Conclui-se que a sinergia entre *Lean* e BIM apresenta um potencial relevante a ser aprofundado em estudos futuros, especialmente por meio de análises quantitativas que permitam mensurar os resultados de sua aplicação prática.

.

REFERÊNCIAS

AKINRADEWO, O., OGUNTONA, O., OGUNBAYO, B., AIGBAVBOA, C., CHIMBADZWA, G. Building information modelling (BIM) for project planning: measures to improve its adoption. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31th, 2023, Lille, France. **Proceedings [...]** Lille, 2023**.**

BuildingSMART – International Alliance for Interoperability (2010). **Information Delivery Manua**l: Guide to Components and Development Methods. BuildingSMART. Quick Guide Business Process Modeling Notation (BPMN). IDM Technical Team, p.1-14.

BORGES, R. M. S. et al. Análise da interação entre os usos do BIM e os princípios do Lean Construction em um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2018.

CARBONARI, A., PIRANI, M., GIRETTI, A. Leveraging BIM and mixed reality to actualize lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 31th, 2023, Lille, France. **Proceedings [...]** Lille, France, 2023.

CARVALHO, M. C. **Maturidade de conceitos Green, Lean e BIM na construção civil: proposição de matriz multidimensional**. 2020. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil, São Cristóvão/SE, 2020.

ISO. International Standard Organization. **ISO 29481-1: Building information modelling-**Information delivery manual—Part 1: Methodology and format.Geneva, Switzerland, 2010.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report n. 72**. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford: Stanford University. p. 16, 1992.

OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN)**. Versão 2.0. 2011. Disponível em: https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF. Acesso em 23.06.2025.

PRADO LUJAN, G.; MURGUIA, D. BIM as an enabler of Lean Construction in the Public Sector. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 32th,2024, Auckland, New Zealand. **Proceedings [...].** Auckland, New Zealand, 2024.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B. A.; OWEN, R. Interaction of Lean and Building Information Modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, Reston, VA, v. 136, n. 9, p. 968-980, 2010.

SAIEG, P.; SOTELINOA, E.; NASCIMENTO, D.; CAIADO, R. Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction Industry: A Systematic Review. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 788–806, fev. 2018.

SUCCAR, B. BIM Maturity Matrix. **BIM Excellence Initiative**, v. 1.22, 2016. Disponível em: https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.PT-Matriz-de-Maturidade-BIM.pdf. Acesso em: 06 jun. 2024.