XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

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

Implementação conjunta de Lean Construction e BIM – Revisão Sistemática de Literatura

Joint implementation of Lean Construction and BIM - Systematic Literature Review

Gabriela Linhares Landim
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | gabriela.linhares@alu.ufc.br
Francisco Alverne Albuquerque Paiva Júnior
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | alvernepaiva.ufc@gmail.com
José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | jpbarros@ufc.br
Mariana Monteiro Xavier Lima
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | mariana@daud.ufc.br

Resumo

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas sobre sinergia entre Lean Construction e BIM, porém a maioria delas tem tido enfoque operacional e em etapas específicas do ciclo de vida dos projetos. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo analisar e sintetizar a literatura existente, através de uma Revisão Sistemática de Literatura, sobre a implementação conjunta e de longo prazo de Lean Construction e BIM em empresas de construção. Os resultados mostram que uma liderança que apoia a implementação, uma equipe engajada e conhecimento claro dos processos de implementação são pontos-chave para o sucesso da implementação conjunta de Lean e BIM.

Palavras-chave: Lean Construction. Building Information Modeling. Revisão Sistemática da Literatura. Sinergia BIM e Lean

Abstract

Several research works have been developed on the synergy between Lean Construction and BIM. However, most of them have focused on operations and specific stages of the life cycle of projects. Thus, the present work aims to analyze and synthesize the existing literature, through a Systematic Literature Review, on the joint and long-term implementation of Lean Construction and BIM in construction companies. The results show that leadership that supports the implementation, an engaged team, and explicit knowledge of the implementation processes are key points for the success of the joint implementation of Lean and BIM.

Keywords: Lean Construction. Building Information Modeling. Systematic Literature Review. BIM and Lean Synergy

Como citar:
LANDIM, G. L.; PAIVA JÚNIOR, F. A.; BARROS NETO, J. P.; LIMA, M. M X. Implementação conjunta de Lean Construction e BIM – Revisão Sistemática de Literatura. ENTAC2022. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-16.

INTRODUÇÃO

Tanto o Lean Construction (LC) como o Building Information Modeling (BIM) têm como um de seus objetivos a redução de desperdícios e retrabalho [1][2]. Sinergias entre ambos já foram identificadas e mapeadas na literatura [2][3], sendo vantajoso o uso de ambos de maneira integrada. A utilização de BIM já é vista como uma estratégia Lean, da mesma forma que a integração da cadeia de suprimentos estava dentro do Sistema Toyota de Produção [40]. Contudo, é comum a implementação de Lean e BIM de maneira separada, o que gera menores benefícios do que aqueles que alcançados com a implementação de ambos [4].

Muitas publicações que tratam sobre implementação de BIM se concentram apenas em aspectos técnicos e operacionais, ao explicarem quais softwares utilizar ou como utilizar o BIM em um projeto específico [5][6]. Essa é uma visão limitada que acarreta dificuldades no processo de implementação do BIM em seus estágios mais avançados [5]. É necessário realizar a implementação de BIM e Lean considerando a cultura, a filosofia e a tecnologia em conjunto. Por isso, é necessário um afastamento do fluxo de trabalho tradicional para adotar um fluxo de trabalho com o compartilhamento de informações entre as partes [6] [7].

Em vista disso, as empresas necessitam preparar planos de implementação com visão de longo prazo, envolvendo mudança organizacional, para que consigam alcançar um estágio avançado de implementação. De outro modo, corre-se o risco de a implementação, tanto do BIM como do Lean, não aproveitarem a sinergia existente entre eles em todo o seu potencial. Diante disso, existe uma lacuna de conhecimento a ser investigada a fim de que a indústria da construção civil consiga aumentar seus níveis de produtividade e qualidade utilizando os benefícios da integração do BIM e do Lean durante todo o ciclo de vida dos empreendimentos, que é a implementação organizacional e estratégica de Lean e BIM nas empresas de construção.

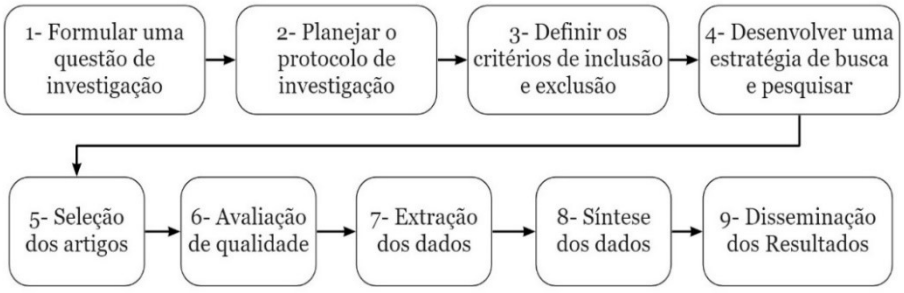
Sendo assim, este artigo tem como objetivo analisar e sintetizar a literatura existente sobre a implementação de longo prazo de Lean Construction e BIM em empresas de construção, a fim de responder a seguinte pergunta de pesquisa: “como implementar o Lean e o BIM com visão de longo prazo em empresas de construção?”. Desta forma se pretende conhecer as pesquisas relacionadas à: implementação Lean; implementação BIM; sinergia e processo de implementação conjunta de Lean e BIM.

METODOLOGIA

Optou-se por realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) por esta apresentar um maior rigor metodológico em relação à revisão narrativa tradicional, que normalmente é mais rápida e subjetiva [8]. A RSL é caracterizada por ser metódica, abrangente, transparente, imparcial e replicável, e por envolver o processo de localização de todo trabalho publicado relevante que aborde uma ou mais perguntas de pesquisa, assim como a apresentação sistemática e síntese das características e

descobertas dos resultados dessa busca [9]. O rigor deste tipo de revisão tem como objetivo minimizar a subjetividade e viés [9]. O delineamento para se desenvolver uma RSL está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Delineamnento metodológico para Revisão Sistemática de Literatura



Fonte: Adaptado de Siddaway; Wood; Hedges (2018)

O Quadro 1 apresenta o protocolo de investigação da RSL deste trabalho, o qual foi desenvolvido com base em [10][11].

Quadro 1 - Protocolo da Revisão Sistemática de Literatura

Item	Adotado
Estrutura Conceitual	Estudar a implementação de longo prazo de Lean e BIM em empresas para compreender como implementar essas filosofias de forma conjunta e a longo prazo.
Contexto	Empresas de construção
Questão de Revisão	Como os estudos sugerem a implantação conjunta de Lean e BIM a longo prazo em empresas construtoras?
Termos de Busca	(BIM OR "Building Information Modeling" OR "Virtual Design and Construction" OR VDC) AND (Lean OR "Lean construction") AND (sinergy OR integration OR implementation OR adoption OR strategy)
Filtros	F1: Idioma (Inglês) F2: Área do conhecimento (Engenharia Civil) F3: Ano (2016 – 2022) F4: Tipo de Artigo (Artigos de Revista e Artigos de Congresso) F5: Duplicidade
Fontes de Busca	Web of Science; Scopus; ScienceDirect; Engineering Village

Fonte: Elaborado pelos autores

Os critérios de inclusão são: estudos que tratem da indústria da construção, e estudos que tratem da implementação BIM/LC em nível estratégico.

Foram analisados estudos em um período de 6 anos, com o objetivo de conhecer as pesquisas mais recentes sobre o tema. Os artigos analisados foram aqueles de revistas e congressos, devendo estar escritos em inglês, por ser a língua mais abrangente em estudos acadêmicos.

Esta pesquisa foi realizada no mês de março de 2022 e, conforme definido na metodologia, escolheu-se as seguintes bases de dados como fonte de pesquisa: Scopus, Science Direct, Web of Science e Engineering Village. O acesso às bases de

dados foi feito pelo Portal de Periódicos da Capes. A string de busca utilizada é mostrada no Quadro 2, abaixo:

Quadro 2 - String de Busca da RSL

TITLE-ABS-KEY (BIM OR "Building Information Modeling" OR "Virtual Design and Construction" OR VDC) AND TITLE-ABS-KEY (Lean OR "Lean construction") AND TITLE-ABS-KEY (sinergy OR integration OR implementation OR adoption OR strategy)

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir da pesquisa da string de busca acima nas bases de dados, os artigos encontrados passaram pela etapa de seleção, na qual os filtros de seleção foram utilizados. No Quadro 3, abaixo, é detalhada a quantidade de artigos encontrados nesta busca.

Quadro 3 - Quantidade de artigos encontrados na busca da RSL

Base de Dados	Inicial	F1: Área de Conhecimento	F2: Idioma	F3: Ano	F4: Tipo de Artigo
Scopus	237	211	209	154	154
Science Direct	21	15	15	11	11
Web Of Science	86	52	52	42	42
Engineering Village	275	275	275	189	183
Total	**619**	**553**	**551**	**396**	**390**

Fonte: Elaborado pelos autores

Depois de selecionados, os artigos passaram pelo filtro de duplicidade, com o auxílio do software Start. Do total de 390 artigos, 233 foram excluídos por duplicidade. Os 157 restantes tiveram seus resumos e posteriormente seus textos completos lidos, a fim de que fossem analisados quanto à adequação ao tema.

Dos 157 artigos, foram selecionados 33 para análise completa. Os critérios de exclusão para a escolha dos artigos foram: não tratar da IAEC ou tratar somente de implementação de ferramentas ou focar apenas no nível operacional, haja vista que esse tipo de pesquisa já é abordado na literatura com maior frequência [3][6].

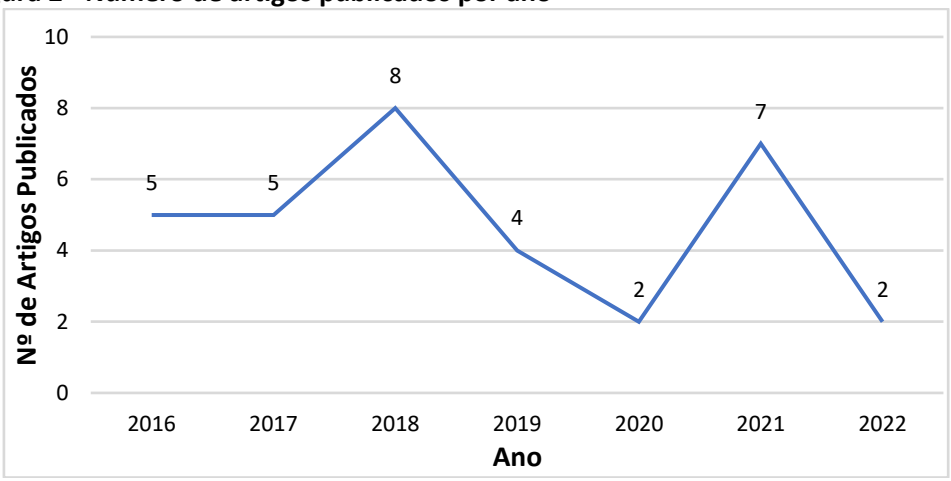
Estes 33 artigos foram lidos integralmente e as seguintes informações foram retiradas incialmente: autores, título, ano, periódico de publicação e país dos autores. Posteriormente as principais contribuições dos artigos em relação ao objetivo da pesquisa foram extraídas. A seguir estas informações serão detalhadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BIBLIOMETRIA

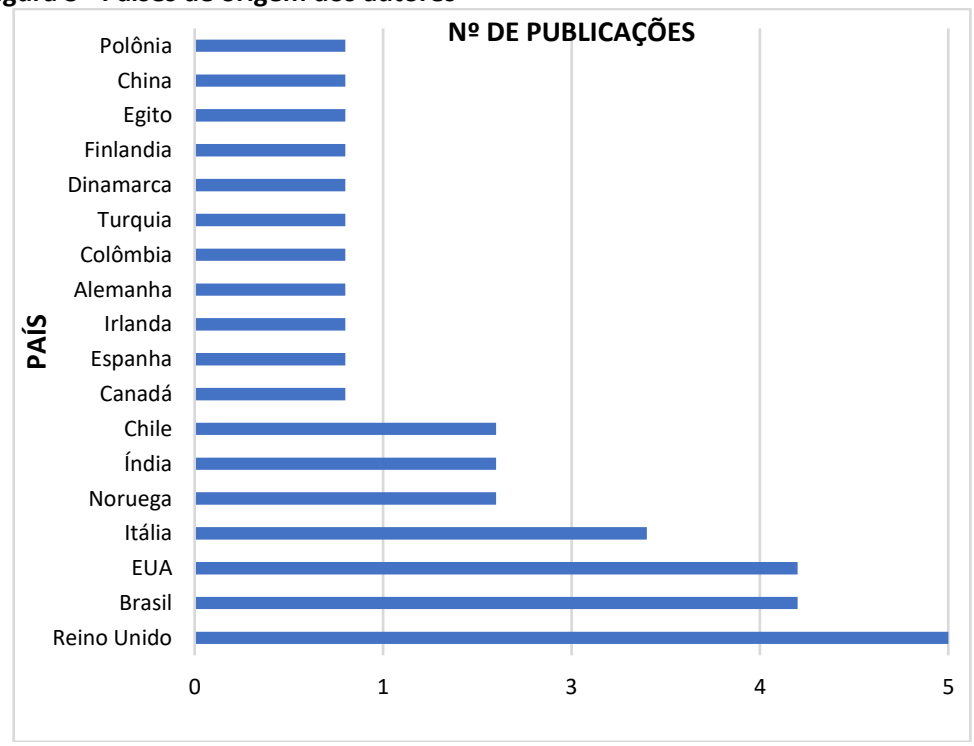
É possível perceber, como mostra a Figura 2, que houve uma variação na frequência de publicação sobre esse tema. O ano de 2018 teve o maior número de publicações, seguido de uma queda nos anos de 2019 e 2020 e uma ascensão no ano de 2021. Como a pesquisa foi realizada no começo do ano de 2022, o número de publicações neste ano não é conclusivo. Estes resultados não representam uma falta de interesse pelo assunto de sinergia entre Lean e BIM, mas sim que poucas pesquisas relacionadas a implementação conjunta de longo prazo são realizadas.

Figura 2 - Número de artigos publicados por ano



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3 - Países de origem dos autores

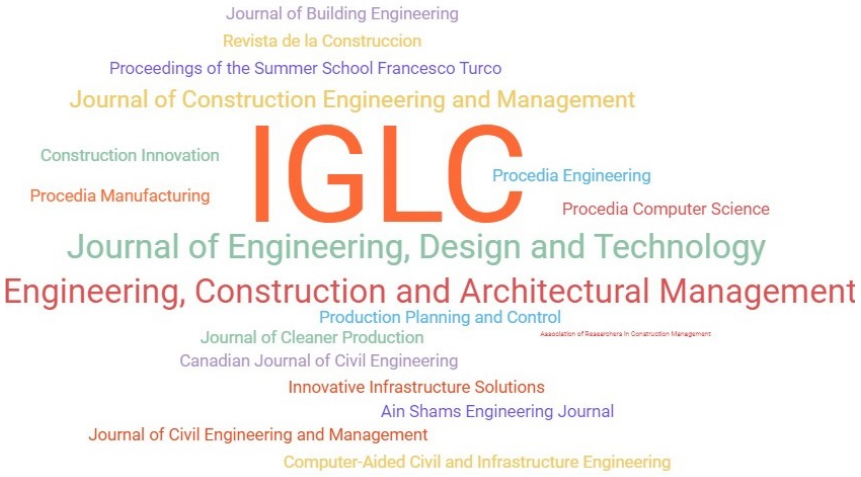


Fonte: Elaborado pelos autores

Um número relativamente grande de países vem publicando sobre implementação de Lean e BIM (Figura 3), com destaque para o Reino Unido, que é referência mundial em processos de implementação de BIM. Ressalta-se também a presença do Brasil, o que mostra uma tentativa de modernizar o seu setor de construção, conhecidamente atrasado. Outros 16 países também publicaram sobre o assunto nos últimos anos.

Conforme mostrado na Figura 4, a maioria dos artigos pesquisados foi publicada nos anais do IGLC (International Group for Lean Construction), o que mostra que esta publicação tem sido procurada pelos pesquisadores para divulgar este tema. Isto revela também uma aderência dos pesquisadores que estudam sobre Lean em relação à pesquisa sobre BIM, o que pode demonstrar que o tema BIM tem afinidade com o Lean.

Figura 4 - Periódicos encontrados



Fonte: Elaborado pelos autores

PRINCIPAIS ACHADOS

O BIM deve ser enxergado como um processo estratégico que, além dos aspectos técnicos, inclui mudanças organizacionais e inovação. Contudo, muitas publicações se concentram apenas nos aspectos técnicos [5]. Esta é, na verdade, uma visão limitada e causará dificuldades no processo de implantação do BIM em seus estágios avançados, pois muitos dos problemas estão relacionados à organização e à inovação [5].

Da mesma forma, o BIM pode trazer diversos benefícios, porém, se a gestão social da empresa não for melhorada, um sistema de gestão técnico – mesmo um apoiado pelo BIM – não trará benefícios reais [12]. Por isso, é crucial que a indústria AEC pense seriamente nos métodos de implementação do BIM, para se concentrarem no método e não em tecnologias específicas [13].

BIM E LEAN COMO COMPONENTES ORGANIZACIONAIS

Existe um conjunto de habilidades técnicas e sociais necessárias para um bom desenvolvimento de capacidade organizacional para implementação do BIM [14], são elas:

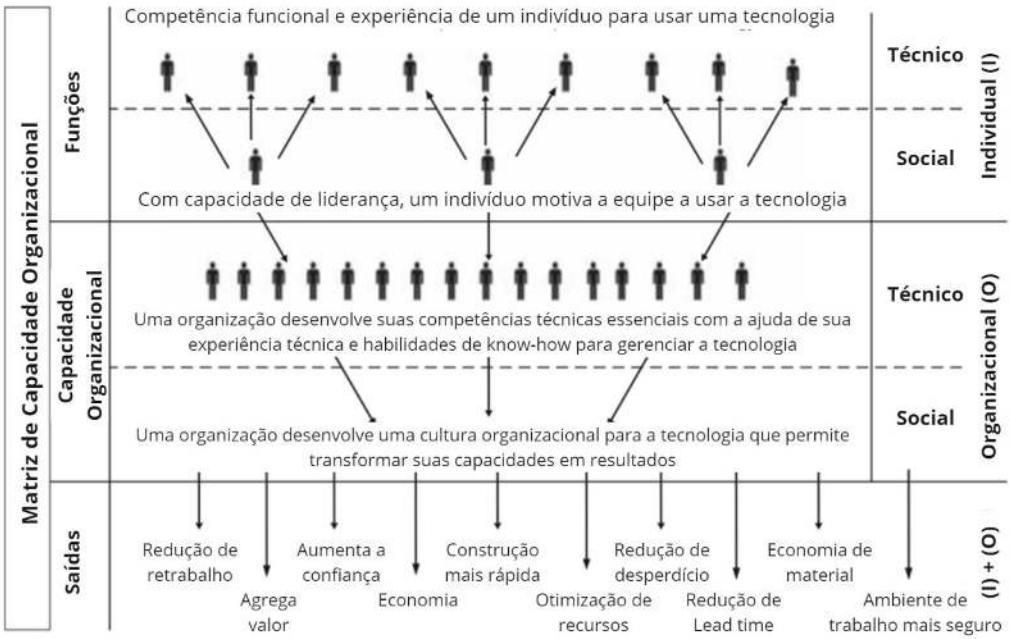
(1) Individual-técnica: habilidade de um indivíduo para o uso de várias funções BIM;

(2) Individual-social: capacidade de liderança de um indivíduo para motivar uma equipe para o uso de funções BIM;

(3) Organizacional-técnica: competência de uma organização para gerenciar a implementação do BIM;

(4) Organizacional-social: cultura da organização que permite transformar o conhecimento técnico do BIM em resultados desejados nos projetos.

Figura 5 - Matriz de Capacidade Organizacional



Fonte: adaptado de Ahuja; Sawhney; Arif (2018)

Em contrapartida, o Lean requer uma liderança facilitadora e habilidades soft, que motivam a mudança de mentalidade da equipe para novas formas de trabalho [15]. Para Gómez-Sánchez, Ponz-Tienda e Romero-Cortés (2019), a utilização do BIM torna a construção mais enxuta mesmo que esta não seja a intenção explícita em uma determinada atividade, porém se o BIM for implementado de forma inadequada, suas ferramentas podem tornar o processo mais difícil e instável, por isso, o design baseado no BIM requer mais cautela e meticulosidade do designer [15].

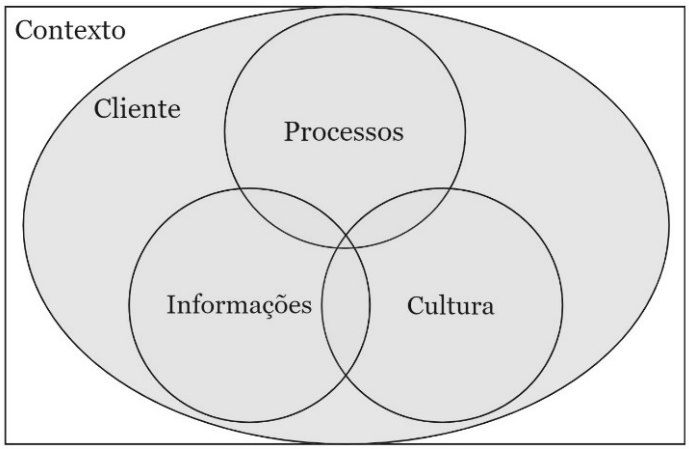
O BIM possui um conjunto de componentes estratégicos: pessoas, processos e tecnologia e é necessário que estes estejam alinhados e que estratégias sejam criadas nos três aspectos para alcançar resultados bem-sucedidos e o benefício máximo da tecnologia [37]. O trabalho em equipe têm sido uma estratégia preferível na literatura científica organizacional quando as organizações lidam com projetos complexos, quando um engano pode ter consequências, quando decisões múltiplas e rápidas são necessárias ou quando diferentes competências são requeridas [29].

BIM E LEAN COMO AGREGADORES DE VALOR NA ORGANIZAÇÃO

Para verificar de que forma a implementação de Lean e BIM afeta a cadeia de valor no plano estratégico da empresa, um Mapa de Fluxo de Valor (MFV) foi desenvolvido em uma empresa líder na Colômbia [16]. O MFV também serviu para identificar vantagens competitivas, papéis, recursos e fluxos de informações, como também encontrar ineficiências nos processos. A partir deste MFV, foram identificados dois focos que influenciam no desempenho da implementação de Lean e BIM, um interno, chamado ciclo PIC (Processos, Informações e Cultura) e um externo, composto por clientes e contexto [16].

Nos aspectos internos a empresa possui mais controle e maior possibilidade de melhorias. Já nos aspectos externos, a empresa possui influência limitada, porém, conhecer suas restrições e expectativas pode se configurar em vantagem competitiva sobre seus concorrentes [16]. A Figura 6 apresenta os critérios que mais influenciam a implantação do BIM e LC em uma empresa.

Figura 6 - Aspectos que mais influenciam na implantação de Lean e BIM



Fonte: Osorio-Gomez *et al.* (2020)

A partir dos dados coletados em outro estudo de caso, com o uso do aplicativo Visilean, foi possível melhorar continuamente o processo de produção, identificar gargalos, gerir melhor os materiais e alocações de trabalho e verificar possíveis problemas de segurança [20]. Isso tudo impulsionou uma melhoria coletiva de produtividade. Porém, os autores afirmam que a integração entre Lean e BIM só foram alcançados no projeto deste estudo de caso graças a uma equipe dedicada, uma cultura colaborativa

apoiada pelo Diretor de Projeto e uma equipe de liderança totalmente comprometida com mudanças, aprendizado contínuo e superação das expectativas do cliente [20].

A utilização de BIM baseado em Lean numa empresa de construção offsite, trouxe benefícios tangíveis (redução da duração das atividades) e intangíveis (melhoria da comunicação entre os departamentos e informações mais prontamente disponíveis por meio de modelos BIM) [28]. O modelo BIM melhora o valor da informação, reestrutura o fluxo de trabalho e elimina o desperdício trazido pela segmentação do processo de projeto e construção [36].

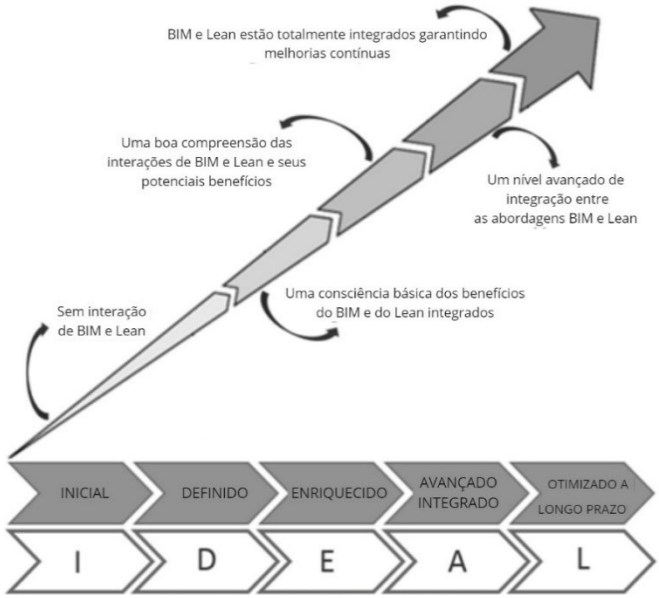
O uso de BIM, Realidade Aumentada e Realidade Virtual trouxeram melhorias nos Indicadores de Desempenho, como menor tempo geral de construção, menos tempo ocioso, nível maior de qualidade e menos material desperdiçado [30], que são considerados como benefícios Lean, como também maior segurança do trabalhador, maior produtividade, qualidade de construção e melhor gestão de riscos [41]. Apesar de ser improvável a eliminação de todas as ordens de mudança ao longo de uma construção, o BIM pode reduzir o custo e o tempo de resposta para esses tipos de solicitações [31].

O BIM possui uma função estratégica para acelerar as eficiências Lean na execução de engenharia e design, uma vez que fornece uma produção de design mais rápida, melhor coordenação da documentação, controle de mudanças mais eficaz, menos repetição de processos e uma melhor comunicação para toda a cadeia de suprimentos [35], ambos apoiam a eficiência, produtividade e sustentabilidade [38].

FATORES DE SUCESSO E BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO DE LEAN E BIM

Um modelo integrado de BIM e Lean, chamado IDEAL (acrônimo de Initial + Defined + Enhanced + Advanced Integrated + Long-term Optimised), foi elaborado [21], conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Modelo de maturidade integrado BIM e Lean



Fonte: Adaptado de Osorio-Gomez *et al.* (2020)

Os estágios iniciais representam situações de baixa maturidade em BIM e Lean, sendo similares a algumas abordagens vistas na literatura [3][4]. Em contrapartida os estágios Enriquecido, Avançado Integral e Otimizado a Longo Prazo já representam momentos mais avançados de transição de uma integração operacional de BIM e LC para uma mais organizacional. Os autores afirmam que quanto mais avançada a implementação de Lean e BIM, mais benefícios a organização terá.

Para o sucesso da integração entre Lean e BIM, vários fatores são importantes, como a motivação da equipe para a composição de um modelo construtível [17], ou a melhoria nos canais de comunicação para alcançar sucesso nos seus processos [17]. Além disso, segundo um estudo de caso de uma empresa de grande porte, é necessário: conhecimento dos métodos e como implementá-los, uma cultura Lean inovadora, treinamento adequado e liderança que entende e promove a abordagem [18] e que o tempo e o esforço necessários para alcançar resultados positivos podem ser considerados como barreiras para implementação.

A mudança cultural, comunicação aberta, confiança, cooperação e envolvimento dos principais stakeholders, fazem parte de uma organização integrada que é a chave para a entrega eficiente de projetos, que otimiza o valor para o cliente e minimiza gastos [39]. De acordo com o estudo de caso de uma grande organização, a implementação de Lean e BIM necessita começar pela definição clara dos requisitos do cliente [19]. Além disso, os líderes devem comandar o processo para maximizar benefícios, começando uma mudança interna, e por isso, uma estratégia plurianual deve ser implementada [19]. Outro aspecto importante é a dimensão estrutural, como conhecimento e conscientização em cada etapa da implementação, a cultura da organização, regulamentações governamentais e a demanda dos clientes [23].

Portanto, é importante esta percepção da necessidade de uma cultura organizacional que promova confiança, colaboração e compartilhamento de informações [23].

A utilização de ferramentas Lean, especialmente o Big Room (NASCIMENTO et al., 2018), se mostraram eficazes para resolução de problemas de implementação do BIM, porém para a utilização em larga escala dessas ferramentas, uma cultura Lean deve ser implementada na estratégia da empresa [24]. Apesar dos desafios, a implementação de BIM é possível, desde que haja uma cultura de disposição e ajuda entre a equipe de projeto, mesmo sem demanda contratual, pouca experiência e distâncias significativas entre membros da equipe [33].

Entre as principais barreiras para a integração entre Lean e IPD (Integrated Project Delivery) estão a falta de modelagem BIM obrigatória, falta de padrões e regulamentos da indústria estabelecidos pelos governos [32], altos custos de licenças de softwares BIM, resistência à mudança da indústria e elevado investimento em formação pessoal [22].

Quanto às pessoas, entre as dificuldades encontradas estão: falta de pessoal qualificado, resistência à mudança, falta de suporte da gerência, falta de treinamento e falta de colaboração e compartilhamento de informações [23]. Assim, quando há o apoio e incentivo da alta gerência na implementação de conceitos inovadores, as pessoas se sentem mais confiáveis com as mudanças. A presença de pessoal especializado se mostrou um fator essencial para uma difusão bem-sucedida [23]. Porém, se a implementação depender de uma única pessoa, a sinergia entre Lean e BIM vai se limitar ao quanto esse indivíduo entende como o BIM pode aumentar o valor para o cliente, melhorar fluxos e reduzir desperdícios [34].

Quanto ao negócio, algumas barreiras encontradas foram: questões de negócio e custo de investimento, falta de financiamento e falta de benefícios e ROI (Retorno Sobre Investimento) imediato [23]. Essas barreiras se devem ao fato de que a empresa precisa fazer investimento no curto prazo, portanto, é preciso garantir que estes gastos venham a compensar com uma visão do valor que a empresa pode receber no longo prazo [23]. As principais partes interessadas devem diminuir a resistência e adotarem atitudes mais dinâmicas e positivas para mudar [32].

Embora ambas as abordagens possuam práticas sinérgicas, as ferramentas Lean baseadas em BIM necessitam de stakeholders experientes, treinados e engajados, sistemas de informação integrados e atualizados constantemente e investimentos em equipamentos, tecnologias com interfaces fáceis de usar e compreensão profunda da teoria da produção [25].

Os fatores técnicos não são suficientes para sustentar um processo de implementação profundo e contínuo. Portanto, é necessário investir profundamente no processo organizacional e nas pessoas, verdadeiros agentes de mudança, pois impactam diretamente na cultura organizacional [5]. Existe uma carência de trabalhos teóricos que explorem de forma crítica os parâmetros de implementação BIM e Lean, como

frameworks, modelos de difusão, mecanismos de treinamento e fatores críticos de sucesso nas empresas [26].

É importante ainda a realização de uma pesquisa para identificar as áreas nas quais ambas as abordagens podem se complementar. Isso forneceria uma imagem clara aos usuários a fim de direcionar áreas específicas para implementar Lean e BIM [27].

CONCLUSÃO

O presente trabalho evidenciou que o apoio de líderes e da alta gerência é fundamental para a implementação conjunta de Lean e BIM, uma vez que são os líderes que motivam a mudança de mentalidade, mantêm os objetivos alinhados, diminuem a resistência a mudanças e promovem confiança, colaboração e compartilhamento de informações.

Além da liderança, uma equipe bem engajada e motivada (em nível individual e organizacional) e uma cultura voltada à inovação e colaboração fazem toda a diferença, uma vez que, se o BIM e o Lean forem implementados sem mudanças na gestão social, o sistema de gestão técnico não trará benefícios reais [12] ou pode, até mesmo, tornar o processo mais difícil e instável [15].

Outros pontos importantes são: ter metas e objetivos claros, treinamento adequado, conhecimento dos métodos e como implementá-los, presença de stakeholders experientes, sistemas de informação integrados e atualizados, investimentos em equipamentos e tecnologias.

As principais barreiras encontradas estão intimamente ligadas aos pontos importantes citados acima, uma vez que se relacionam com falta de pessoal qualificado, falta de treinamento, falta de suporte da gerência, falta de compartilhamento de informações [23], tempo e esforço necessários até obter algum retorno [18].

Uma lacuna foi identificada sobre a necessidade de se pesquisar e identificar os setores nos quais Lean e BIM podem se complementar dentro de uma organização, o que poderia fornecer uma imagem de como implementar Lean e BIM em empresas de construção de forma a aproveitar o máximo da sinergia a longo prazo e de forma alinhada com os objetivos da empresa.

REFERÊNCIAS

1. HERRERA, Rodrigo F.; MOURGUES, Claudio; ALARCÓN, Luis F.; PELLICER, Eugenio. Analyzing the Association between Lean Design Management Practices and BIM Uses in the Design of Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 147, no. 4, p. 04021010, 2021. https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002014.
2. SACKS, Rafael; KOSKELA, Lauri; DAVE, Bhargav A.; OWEN, Robert. Interaction of lean and building information modeling in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 136, no. 9, p. 968–980, Sep. 2010. DOI 10.1061/(ASCE)CO.1943-

7862.0000203. Available at: http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000203.

3. SCHIMANSKI, Christoph Paul; PASETTI MONIZZA, Gabriele; MARCHER, Carmen; MATT, Dominik T. Development of a BIM-based production planning and control system for Lean Construction through advancement and integration of existing management techniques. **Frontiers of Engineering Management**, vol. 8, no. 3, p. 429–441, 2020. https://doi.org/10.1007/s42524-020-0105-5.
4. HEIGERMOSER, Daniel; GARCÍA DE SOTO, Borja; ABBOTT, Ernest Leslie Sidney; CHUA, David Kim Huat. BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. **Automation in Construction**, vol. 104, no. March, p. 246–254, 2019. DOI 10.1016/j.autcon.2019.03.019. Available at: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019.
5. BARROS NETO, José de Paula. Approach for BIM implementation: a vision for the building industry. 2016. **IGLC 2016 - 24th Conference of the International Group for Lean Construction [...]**. Boston, MA, USA: [s. n.], 2016. p. 143–152. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1258.
6. RODRIGUEZ, Maria Guadalupe Mandujano; ALARCON, Luis Fernando; DAVE, Bhargav A.; MOURGUES, Claudio; KOSKELA, Lauri. Understanding the Interaction Between Virtual Design, Construction and Lean Construction. **IGLC 2021 - 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction,** p. 107–115, 2021. DOI 10.24928/2021/0124. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1852.
7. MANDUJANO, María G; ALARCÓN, Luis F; KUNZ, John; MOURGUES, Claudio. Identifying waste in virtual design and construction practice from a Lean Thinking perspective: A meta-analysis of the literature. **Revista de la Construccion**, vol. 15, no. 3, p. 107–118, 2016. Available at: http://revistadelaconstruccion.uc.cl/index.php/rdlc/article/viewFile/698/156.
8. DONATO, Helena; DONATO, Mariana. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Revista Científica da Ordem dos Médicos**, vol. 32, no. 3, p. 227–235, 2019. https://doi.org/10.20344/amp.11923.
9. SIDDAWAY, Andy P; WOOD, Alex M; HEDGES, Larry V. How to Do a Systematic Review : A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews , Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. **Annual Review of Psychology**, no. July, p. 1–24, 2018. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418- 102803.
10. GOUGH, David; THOMAS, James; OLIVER, Sandy. Clarifying differences between review designs and methods. **Systematic Reviews Journal**, p. 1–9, 2012.
11. DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JR., José Antônio Valle. **Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement**. [S. l.]: Springer, 2015.
12. VON HEYL, Jakob; DEMIR, Selim-tugra. Digitizing Lean Construction with Building Information Modeling. 2019. **IGLC 2019 - 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Dublin, Ireland: [s. n.], 2019. p. 843–852. Available at: http://iglc.net/Papers/Details/1725.
13. MANDUJANO, Maria G. **A method to identify Virtual Design and Construction Implementation Strategies from a Lean Construction Perspective**. Santiago de Chile: [s. n.], 2016. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35761.58722.
14. AHUJA, Ritu; SAWHNEY, Anil; ARIF, Mohammed. Developing organizational capabilities to deliver lean and green project outcomes using BIM. **Engineering, Construction and Architectural Management**, vol. 25, no. 10, p. 1255–1276, 2018. https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0175.

15. GÓMEZ-SÁNCHEZ, Juan Martín; PONZ-TIENDA, José Luis; ROMERO-CORTÉS, Juan Pablo. Lean and BIM implementation in Colombia: interactions and lessons learned. 2019. **IGLC 2019 - 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Dublin, Ireland: [s. n.], 2019. p. 1117–1128. DOI 10.24928/2019/0150. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1748.

16. OSORIO-GOMEZ, Cristian Camilo; MORENO-FALLA, Maria Jose; OSPINA-ALVARADO, Angelica; PONZ-TIENDA, Jose Luis. Lean Construction and BIM in the Value Chain of a Construction Company: A Case Study. **Construction Research Congress 2020: Project Management and Controls, Materials, and Contracts - Selected Papers from the Construction Research Congress 2020**, no. December, p. 368–378, 2020. https://doi.org/10.1061/9780784482889.039.

17. BAYHAN, Hasan Gokberk; DEMIRKESEN, Sevilay; ZHANG, Chengyi; TEZEL, Algan. A lean construction and BIM interaction model for the construction industry. **Production Planning and Control**, vol. 0, no. 0, p. 1–28, 2021. DOI 10.1080/09537287.2021.2019342. Available at: https://doi.org/10.1080/09537287.2021.2019342.

18. FOSSE, Roar; BALLARD, Glenn; FISCHER, Martin. Virtual design and construction: Aligning BIM and Lean in practice. 2017. **IGLC 2017 - 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Heraklion, Greece: [s. n.], 2017. p. 499–506. DOI 10.24928/2017/0159. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1415.

19. BOLPAGNI, Marzia; BURDI, Luciana; CIRIBINI, Angelo Luigi Camillo. Integration of lean construction and building information modeling in a large client organization in Massachusetts. II., 2017**. IGLC 2017 - 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction [...]**. Heraklion, Greece: [s. n.], 2017. vol. II, p. 79–86. DOI 10.24928/2017/0311. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1382.

20. MCHUGH, Kevin; DAVE, Bhargav; CRAIG, Ray. Integrated Lean and BIM processes for modularised construction – A case study. 2019. **IGLC 2019 - 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Dublin, Ireland: [s. n.], 2019. p. 228–238. DOI 10.24928/2019/0252. Available at: http://iglc.net/Papers/Details/1638.

21. MOLLASALEHI, Sajedeh; ABOUMOEMEN, Ahmed Adel; RATHNAYAKE, Anushka; FLEMING, Andrew; UNDERWOOD, Jason. Development of an integrated BIM and lean maturity model. 2., 2018. **IGLC 2018 - 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Chennai, India: [s. n.], 2018. vol. 2, p. 1217–1228. DOI 10.24928/2018/0507. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1516.

22. EVANS, Martin; FARRELL, Peter; ELBELTAGI, Emad; DION, Helen. Barriers to integrating lean construction and integrated project delivery (IPD) on construction megaprojects towards the global integrated delivery (GID) in multinational organisations: lean IPD&GID transformative initiatives. **Journal of Engineering, Design and Technology**, 2021. https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2021-0070.

23. HAJJ, Claudette El; JAWAD, Dima; MONTES, German Martinez. Analysis of a Construction Innovative Solution from the Perspective of an Information System Theory. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 147, no. 9, 2021. https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002120.

24. TAURIAINEN, Matti; MARTTINEN, Pasi; DAVE, Bhargav; KOSKELA, Lauri. The effects of BIM and Lean Construction on design management practices. 164., 2016. **Creative Construction Conference 2016**, CCC 2016 [...]. [S. l.]: The Author(s), 2016. vol. 164, p. 567–574. DOI 10.1016/j.proeng.2016.11.659. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.659.

25. SAIEG, Pedro; SOTELINO, Elisa Dominguez; NASCIMENTO, Daniel; CAIADO, Rodrigo Goyannes Gusmão. Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: A systematic review. **Journal of Cleaner Production**, vol. 174, p. 788–806, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030.

26. TEZEL, Algan; TAGGART, Martin; KOSKELA, Lauri; TZORTZOPOULOS, Patricia; HANAHOE, John; KELLY, Mark. Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: A systematic literature review. **Canadian Journal of Civil Engineering**, vol. 47, no. 2, p. 186–201, 2020. https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0408.

27. ASLAM, Mughees; GAO, Zhili; SMITH, Gary. Integrated implementation of Virtual Design and Construction (VDC) and lean project delivery system (LPDS). **Journal of Building Engineering**, vol. 39, no. February, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102252.

28. BARKOKEBAS, Beda; KHALIFE, Salam; AL-HUSSEIN, Mohamed; HAMZEH, Farook. A BIM-lean framework for digitalisation of premanufacturing phases in offsite construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, vol. 28, no. 8, p. 2155–2175, 2021. https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2020-0986.

29. CIANO, M. P.; STROZZI, F.; MINELLI, E.; POZZI, R.; ROSSI, T. The link between lean and human resource management or organizational behaviour: A bibliometric review. 2019. **Proceedings of the Summer School Francesco Turco** [...]. [S. l.: s. n.], 2019. p. 321–328.

30. DALLASEGA, Patrick; REVOLTI, Andrea; SAUER, Philipp Christopher; SCHULZE, Felix; RAUCH, Erwin. BIM, Augmented and Virtual Reality empowering Lean Construction Management: a project simulation game. 45., 2020. **10th Conference on Learning Factories, CLF2020** [...]. [S. l.]: Elsevier B.V., 2020. vol. 45, p. 49–54. DOI 10.1016/j.promfg.2020.04.059. Available at: https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.059.

31. ELDEEP, Ahmed M.; FARAG, Moataz A. M.; EL-HAFEZ, L. M. Adb. Using BIM as a lean management tool in construction processes - A case study. **Ain Shams Engineering Journal**, vol. 13, 2022. https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.07.009.

32. EVANS, Martin; FARRELL, Peter; ZEWEIN, Wael; MASHALI, Ayman. Analysis framework for the interactions between building information modelling (BIM) and lean construction on construction mega-projects. **Journal of Engineering, Design and Technology**, vol. 19, no. 6, p. 1451–1471, 2021. https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2020-0328.

33. FOSSE, Roar; SPITLER, Laurie; ALVES, Thais. Deploying BIM in a heavy civil project. 2016. **IGLC 2016 - 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Boston, MA, USA: [s. n.], 2016. p. 43–52. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1277.

34. HARRIS, Britani N.; ALVES, Thais Da C.L. Building information modeling: A report from the field. 2016. **IGLC 2016 - 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Boston, MA, USA: [s. n.], 2016. p. 13–22. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1267.

35. KOSEOGLU, Ozan; SAKIN, Mehmet; ARAYICI, Yusuf. Exploring the BIM and lean synergies in the Istanbul Grand Airport construction project. **Engineering, Construction and Architectural Management**, vol. 25, no. 10, p. 1339–1354, 2018. https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0186.

36. MA, Xiaozhi; CHAN, Albert P.C.; WU, Hengqin; XIONG, Feng; DONG, Na. Achieving leanness with BIM-based integrated data management in a built environment project. **Construction Innovation**, vol. 18, no. 4, p. 469–487, 2018. https://doi.org/10.1108/CI-10-2017-0084.

37. MANDUJANO, María G.; MOURGUES, Claudio; ALARCÓN, Luis F.; KUNZ, John. Modeling Virtual Design and Construction Implementation Strategies Considering Lean Management Impacts. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, vol. 32, no. 11, p. 930–951, 2017. https://doi.org/10.1111/mice.12253.

38. MICHALSKI, Adrian; GLODZINSKI, Eryk; BODE, Klaus. Lean construction management techniques and BIM technology - Systematic literature review. 196., 2022. **CENTERIS - International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN - International Conference on Project MANagement / HCist - International Conference on Health International Conference on Project MANagement / HCist - International Conference** [...]. [S. l.: s. n.], 2022. vol. 196, p. 1036–1043. https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.107.

39. NEVE, Hasse Højgaard; WANDAHL, Søren; KAESELER, Søren M.; TANDRUP, Andreas. Integrating IPD and exploring potentials. 2017. **Proceeding of the 33rd Annual ARCOM Conference** [...]. Cambridge, UK: Association of Researchers in Construction Management, 2017. p. 154–163.

40. RISCHMOLLER, Leonardo; REED, Dean; KHANZODE, Atul; FISCHER, Martin. Integration enabled by virtual design & construction as a lean implementation strategy. 1., 2018. **IGLC 2018 - 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Chennai, India: [s. n.], 2018. vol. 1, p. 240–249. DOI 10.24928/2018/0521. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1547.

41. SINGHAL, Nilay; AHUJA, Ritu. Can BIM furnish Lean benefits - An Indian case study. 1., 2018. **IGLC 2018 - 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** [...]. Chennai, India: [s. n.], 2018. vol. 1, p. 90–100. DOI 10.24928/2018/0425. Available at: https://iglc.net/Papers/Details/1616.