

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 04/01/2026 | aceito: 06/01/2026 | publicação: 08/01/2026

A Sinergia Estratégica de Lean Construction e BIM: Fatores de Adoção e Impacto na Performance e Sustentabilidade da Construção Civil

The Strategic Synergy of Lean Construction and BIM: Adoption Factors and Impact on the Performance and Sustainability of the Construction Industry

Andrezza Maria Moura Calheiros de Novaes - Bacharel em Ciências da Administração de Empresa - CESMAC

Resumo

O setor da construção civil, que historicamente enfrenta problemas de baixa produtividade e alto desperdício, está em busca de melhorar seu desempenho e adotar práticas sustentáveis. A pesquisa sugere analisar a sinergia entre Lean Construction (LC) e Building Information Modeling (BIM) para revelar seus princípios, obstáculos e melhorias de desempenho. A LC busca maximizar o valor para o cliente e eliminar desperdícios (muda) ao considerar a produção como um fluxo ininterrupto. Por outro lado, o BIM transforma o trabalho de desenhos 2D em sistemas de informação 3D que podem ser lidos por máquinas, aumentando a eficiência. Ao integrar a LC com a BIM, potencializando seu uso com as ferramentas *Last Planner System (LPS)* e *Agile Design Management (ADM)*, proporciona evoluções significativas no fluxo de trabalho e na produtividade, otimizando a usabilidade dos recursos e na promoção da construção sustentável. Esta implementação, torna-se complicada, pois encontra barreiras culturais na organização, como a resistência à mudança e a falta de conhecimento da metodologia *Lean*. Conclui-se que a adoção sistemática e inclusiva (*bottom-up*) de LC e BIM é um caminho promissor para garantir a competitividade de longo prazo e o crescimento sustentável da indústria.

Palavras-chave: *Lean Construction (LC); BIM (Building Information Modeling); Construção Sustentável.*

Abstract

The construction industry, which historically faces problems of low productivity and high waste, is seeking to improve its performance and adopt sustainable practices. This research suggests analyzing the synergy between Lean Construction (LC) and Building Information Modeling (BIM) to reveal its principles, obstacles, and performance improvements. LC seeks to maximize customer value and eliminate waste (muda) by considering production as uninterrupted flow. On the other hand, BIM transforms 2D drawings into 3D information systems that can be read by machines, increasing efficiency. By integrating LC with BIM, leveraging its use with Last Planner System (LPS) and Agile Design Management (ADM) tools, it provides significant improvements in workflow and productivity, optimizing resource usability and promoting sustainable construction. This implementation becomes complicated because it encounters cultural barriers within the organization, such as resistance to change and a lack of knowledge of the Lean methodology. It is concluded that the systemic and inclusive (*bottom-up*) adoption of LC and BIM is a promising path to ensure long-term competitiveness and sustainable growth of the industry.

Keywords: *Lean Construction (LC); BIM (Building Information Modeling); Sustainable Construction.*

Introdução

O setor da construção civil desempenha um papel importante na economia de vários países, gerando uma grande quantidade de dinheiro e promovendo o crescimento econômico. No entanto, essa indústria é historicamente conhecida por apresentar características negativas, como baixa produtividade, altos níveis de desperdício e retrabalho, além de pouca padronização de processos (SIMU e LIDELLOW, 2019). A pressão atual, impulsionada pela demanda por maior qualidade e

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 04/01/2026 | aceito: 06/01/2026 | publicação: 08/01/2026

eficiência, bem como pela necessidade de aderir ao desenvolvimento sustentável, força o setor a procurar metodologias capazes de melhorar seu desempenho. Por outro lado, o desenvolvimento sustentável exige o uso eficiente dos recursos, a redução do consumo de energia e a otimização da mão de obra disponível (OGUNBIYI *et al*, 2014; ARAÚJO *et al*, 2023; CAMPOS e AZEVEDO, 2021; SIMU e LIDELOW, 2019).

Nessa busca por melhoria, a *Lean Construction* (LC), também conhecida como construção enxuta, surge como uma metodologia de gestão que pode ajudar a desenvolver processos mais sustentáveis e eficientes. Na busca por melhorias, a *Lean Construction* (LC), também conhecida como construção enxuta, surge como uma metodologia de gestão que pode ajudar a desenvolver processos mais sustentáveis e eficientes. Na adoção de novas filosofias de gestão, a *Building Information Modeling* (BIM) representa uma profunda mudança de paradigma, transformando sistemas de documentos baseados em desenhos 2D em sistemas de informação baseados em objetos 3D legíveis por máquina, um avanço significativo para a automação e melhoria da produtividade. O objetivo principal do LC é maximizar o valor para o cliente, minimizando as atividades que não agregam valor (OGUNBIYI *et al*, 2014; LUNA *et al*, 2025; CAMPOS e AZEVEDO, 2021; ARAYICI *et al*, 2011; LOVE *et al*, 2011).

A adoção de tecnologias como o BIM e de abordagens gerenciais como o LC é considerada um caminho relevante para que as empresas de construção consigam uma vantagem competitiva sustentável (SIMU e LIDELOW, 2019; LUNA *et al*, 2025). No entanto, Luna (2011) aponta que o setor costuma mostrar ceticismo em relação aos "modismos de gestão" que não oferecem uma vantagem competitiva estratégica clara. A adoção eficaz dessas inovações exige uma gestão cuidadosa da mudança, superando a resistência e, sobretudo, garantindo que a estratégia operacional esteja alinhada com a estratégia de negócios da empresa (SIMU e LIDELOW, 2019; SEGERSTEDT, *et al*, 2010). Arayici (2011) afirma que uma estratégia de implementação inclusiva e bem estruturada permite alcançar esse alinhamento.

O presente estudo examina a relação complementar entre a metodologia *Lean Construction* e a tecnologia BIM, avaliando as estratégias de adoção necessárias e os benefícios operacionais e ambientais obtidos através dessa sinergia. Desta forma, busca-se expor os fundamentos, as barreiras de implementação e as oportunidades de ganhos de performance que essa integração oferece para a indústria da construção civil.

Fundamentos da Construção Enxuta (*Lean Construction*)

A filosofia da Construção Enxuta redefine a produção ao integrar os componentes de transformações e fluxos em um sistema unificado. Nesta perspectiva, a produção é visualizada como um fluxo contínuo de materiais e informações, o qual abrange transformações, inspeções,

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 04/01/2026 | aceito: 06/01/2026 | publicação: 08/01/2026
movimentos e atrasos. Segundo Segerstedt (2010), a distinção fundamental da LC reside no reconhecimento de que as transformações são as atividades que, de fato, agregam valor ao produto final, enquanto as atividades de fluxo, como inspeções ou atrasos, consomem recursos sem gerar valor para o cliente. Consequentemente, o princípio fundamental da LC é alcançar a excelência através da eliminação completa do desperdício, que é definido como qualquer consumo de recursos humanos ou materiais que não resulte em valor (OGUNBIYI *et al*, 2014; LUNA *et al*, 2025; CASTILLO *et al*, 2015).

Quadro 1 – Tipos Básicos de Desperdício na Construção Enxuta

Categoria do Desperdício	Descrição
Defeitos	Erros que devem ser corrigidos. Refere-se a problemas de qualidade, como a necessidade de retrabalho ou trabalhos de reparação.
Excesso de Produção	Producir mais ou realizar mais do que é necessário. Inclui o excesso de produção de resíduos.
Inventário	Excesso de estoque, pois o estoque não é considerado valioso e é visto como desperdício. Inclui o extravio de materiais.
Processamento Desnecessário	Etapas desnecessárias no processamento ou na cadeia de produção. Inclui processos ineficientes e desnecessariamente complexos.
Transporte	Transporte de materiais sem propósito ou longos tempos de transporte. Na construção, inclui o manuseio excessivo de materiais.
Movimento Desnecessário	Movimento de funcionários sem propósito. Na construção, engloba movimentos excessivos para o trabalho.
Espera	Espera de funcionários pelo término do trabalho de equipamentos ou pela conclusão de uma atividade anterior. Inclui períodos de espera de materiais e mão de obra, além de atrasos no cronograma e interrupção de trabalhos.
Não Atender às Necessidades do Cliente	Bens e serviços que não satisfazem as necessidades do cliente.

Fonte: Autor, (2025).

Campos e Azevedo (2021) destacam que no ambiente da construção civil, diversas atividades se enquadram na categoria de desperdício, sendo as fontes de perdas mais frequentemente identificadas o retrabalho, as execuções ineficientes e os longos períodos de espera por materiais ou mão de obra. Além destas, a filosofia *Lean* identifica outras categorias de desperdício, como o excesso de produção, o estoque desnecessário (inventário), os processos desnecessários na cadeia de produção, o tempo de transporte e movimento sem propósito, os defeitos e os bens ou serviços que não atendem às necessidades do cliente (OGUNBIYI *et al*, 2014; CASTILLO *et al*, 2015). Para Ogunbiyi (2014), o foco da LC é diagnosticar e atacar estas perdas de forma sistemática para aumentar a eficiência geral.

A adoção da LC impulsiona a empresa a migrar de uma estratégia tradicionalmente focada na eficiência de recursos para uma estratégia de operações orientada para a eficiência de fluxo. Enquanto a eficiência de recursos otimiza o custo e a entrega do projeto individual, a eficiência de fluxo busca maximizar a produção como um todo, priorizando a padronização e o valor percebido pelo cliente (SIMU e LIDELOW, 2019). De acordo com Ferng e Price (2005), é importante notar que esta filosofia se complementa a outras metodologias: o *Lean* trabalha para tornar o fluxo de trabalho

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 04/01/2026 | aceito: 06/01/2026 | publicação: 08/01/2026

"mais rápido" ao suprimir o desperdício, enquanto o *Six Sigma* busca tornar o trabalho "melhor" ao focalizar a redução da variação e a eliminação de defeitos. O sucesso da LC está, portanto, na sua capacidade de integrar a velocidade do fluxo com a qualidade do processo.

Em suma, a LC se estabelece como um sistema de gestão de produção que exige uma mudança de perspectiva, tratando os projetos como um fluxo contínuo a ser aperfeiçoados, e não como eventos isolados. Ao invés de simplesmente aceitar as perdas inerentes ao canteiro de obras, a metodologia oferece um caminho para a melhoria contínua (*Kaizen*), garantindo que os esforços se concentrem apenas nas atividades que agregam valor (OGUNBIYI *et al*, 2014; CASTILLO *et al*, 2015). Essa mudança de foco é necessária para que as organizações consigam manter sua competitividade e sustentabilidade a longo prazo (SIMU e LIDELOW, 2019).

Adoção de Tecnologia (BIM) e Barreiras na Implementação

A introdução do *Building Information Modeling (BIM)* na prática arquitetônica e de engenharia representa uma reconfiguração profunda do sistema de trabalho, alterando a documentação fundamental de projetos bidimensionais para sistemas de informação tridimensionais, que são interpretáveis por máquinas e baseados em objetos (LOVE *et al*, 2011). Para Luna (2025), esta tecnologia é um fator de grande importância, pois melhora a comunicação e a coordenação entre os *stakeholders*, permitindo a detecção antecipada de conflitos e, assim, aumentando a eficiência e a produtividade no setor. No entanto, a implementação do BIM exige modificações substanciais em quase todos os níveis do processo de construção, desde a reestruturação do fluxo de trabalho até a gestão de responsabilidades (ARAYICI *et al*, 2011).

Arayici (2011) aponta que a experiência prática demonstra que a adoção bem-sucedida de tecnologias como o BIM é mais eficaz quando se adota uma abordagem *bottom-up* (de baixo para cima), em contraste com a abordagem *top-down*. Embora a abordagem *bottom-up* possa ser mais lenta, ela se mostra mais eficiente na gestão da mudança, pois assegura o engajamento do pessoal e mitiga a resistência, construindo gradualmente o conhecimento e a capacidade de uso da ferramenta. O apoio da alta gerência também se revela um fator de grande importância, mesmo que o entendimento inicial da gestão seja apenas visionário, pois demonstra o comprometimento da empresa em obter uma vantagem competitiva duradoura. A implementação deve, ainda, considerar o ambiente sociocultural, reconhecendo que a mudança envolve pessoas e processos, e não apenas a tecnologia (ARAYICI *et al*, 2011).

A transição para a gestão *Lean* e habilitada por BIM é complexa e enfrenta barreiras significativas. Entre os desafios técnicos, estão a necessidade de superar a resistência à mudança, o treinamento adequado dos profissionais no BIM, a adaptação dos fluxos de trabalho existentes para processos orientados pela filosofia *Lean* e a garantia de recursos de *hardware* e rede de alto

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 04/01/2026 | aceito: 06/01/2026 | publicação: 08/01/2026
desempenho para rodar as aplicações de forma eficiente. As dificuldades de coordenação e interoperabilidade entre as disciplinas de projeto, como a estrutural e a de engenharia mecânica, elétrica e hidráulica (MEP), também representam entraves notáveis (ARAYICI *et al*, 2011).

Adicionalmente, existem barreiras culturais e de conhecimento que retardam a adoção completa da LC e do BIM. A falta de conhecimento da metodologia *Lean* por parte do corpo técnico e a comunicação deficiente entre as equipes são dificuldades frequentemente relatadas (CAMPOS e AZEVEDO, 2021). A indústria da construção, muitas vezes, adota uma postura cética frente às inovações gerenciais que não demonstrem uma vantagem estratégica clara (LOVE *et al*, 2011). Assim, a implementação requer um investimento contínuo na formação, na reinvenção dos fluxos de trabalho e um foco na proteção dos dados e da autonomia do usuário para sustentar os ganhos de eficiência alcançados (ARAYICI *et al*, 2011).

Sinergias e Ganhos de Performance

Os ganhos de desempenho mais notáveis na construção moderna são obtidos por meio da sinergia deliberada entre os princípios da LC e as ferramentas digitais de modelagem e gestão. Esta integração entre filosofia e tecnologia maximiza o valor para o cliente e aperfeiçoa o fluxo de informações dentro do projeto, o que resulta em operações mais rápidas e com qualidade superior (LUNA *et al*, 2025). Segundo Castillo (2015), a aplicação de estratégias de operações focadas no fluxo, como o *Lean Construction*, leva a melhorias estatisticamente significativas em indicadores de desempenho, como o fluxo de trabalho, a produtividade, a capacidade de produção e a utilização do tempo. Estes resultados concretos demonstram a eficácia da abordagem Lean em ambientes de projeto.

No contexto da fase de projeto, que é notoriamente complexa devido a problemas de coordenação, três ferramentas se destacam por seu impacto e complementaridade: o *Building Information Modeling (BIM)*, o *Last Planner System (LPS)* e o *Agile Design Management (ADM)*. O BIM, por um lado, fortalece a coordenação e permite a detecção precoce de conflitos no modelo 3D (LUNA *et al*, 2025). Por outro lado, o LPS atua diretamente na gestão da produção, reduzindo a incerteza e aumentando a confiabilidade do fluxo de trabalho. O ADM, com sua capacidade de dividir tarefas em pacotes menores, melhora o controle e a clareza na tomada de decisões. A combinação destes três instrumentos tem o potencial de cobrir cerca de 88% das funcionalidades de *design* identificadas, o que comprova sua capacidade de otimizar amplamente o processo (LUNA *et al*, 2025).

Ogunbiyi (2014) aponta que os benefícios da implementação da LC se estendem além da eficiência operacional imediata, alcançando aspectos sociais, econômicos e ambientais, estabelecendo uma forte conexão com a construção sustentável. Ao reduzir as perdas e maximizar o

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 04/01/2026 | aceito: 06/01/2026 | publicação: 08/01/2026

valor, a LC contribui para a otimização do uso de recursos como energia, água e materiais, e também para a melhoria da qualidade ambiental dos projetos. Outros resultados observados incluem a melhoria da imagem corporativa, o aumento da produtividade e a elevação da conformidade com as expectativas do cliente.

Para que estes ganhos sejam sustentáveis, é fundamental que as empresas de construção substituam os modelos contratuais adversariais por relações cooperativas (*partnering*) na cadeia de suprimentos (SEGERSTEDT, et al, 2010). A cooperação é um elemento de grande importância, pois facilita a integração de competências e a resolução conjunta de problemas, o que elimina o desperdício gerado pela desconfiança e pela competição. A implementação de um sistema de remuneração baseado em incentivos, como arranjos de participação nos ganhos e perdas (*gain share/pain share*), fortalece este espírito cooperativo, aumentando o compromisso de todos os envolvidos com os objetivos comuns do projeto (SEGERSTEDT, et al, 2010).

Conclusão

Ao se deparar com as metodologias e tecnologias disponíveis, as organizações se beneficiam com a integração do *Lean Construction* e do BIM pois apresenta-se como um caminho promissor e necessário para que a indústria da construção civil evolua em termos de desempenho, qualidade e sustentabilidade. O sucesso desta transformação está ligado à adoção de uma estratégia inclusiva (*bottom-up*), que não apenas invista em tecnologia, mas que também desenvolva a capacidade das equipes e a promoção da gestão eficaz das ferramentas complementares, como BIM, LPS e ADM, para otimizar o fluxo de valor. A abordagem proposta, demonstra que o foco na excelência do processo é tão importante quanto o foco no produto.

Mesmo que os benefícios operacionais e os ganhos de produtividade em projetos pilotos sejam significativos, as organizações ainda se deparam com desafios importantes para a consolidação da LC e do BIM em larga escala. Aspectos culturais como resistência a mudança e a falta de conhecimento da metodologia *Lean*, criam insegurança e persistência de obstáculos.

Para eliminar esses obstáculos, é necessário investir em capacitação contínua e planejar estratégias operacionais que priorizem o fluxo de valor, além de a liderança estar disposta a inovar na transformação da cultura interna. A falta de dados que quantifiquem a melhoria em produtividade, consumo de insumos e geração de resíduos, também é um obstáculo para uma avaliação completa e convincente dos benefícios da construção enxuta para as empresas.

Em conclusão, a decisão de adotar uma estratégia de operações, como a *Lean Construction*, que se diferencie da prática tradicional do setor é uma escolha a ser feita pelas empresas para garantir a sua posição competitiva a longo prazo. As empresas que focam em categorias de decisão infraestrutural, como aprimoramento contínuo e visão de longo prazo, desenvolvem habilidades que

Ano VI, v.1 2026 | submissão: 04/01/2026 | aceito: 06/01/2026 | publicação: 08/01/2026

são mais desafiadoras para replicar a concorrência empresas que focam em categorias de decisão infraestrutural, como aprimoramento contínuo e visão de longo prazo, desenvolvem habilidades que são mais desafiadoras para replicar a concorrência. Assim, a adoção do LC e do BIM, quando realizada de maneira sistêmica e centrada na estratégia de fluxo, não apenas soluciona questões de projeto, como estabelece novos fundamentos para o crescimento sustentável da empresa.

Referências

ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C.; O'REILLY, K. *Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice*. Automation in Construction, v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011.

ARAÚJO, C. H. de; GUIMARÃES, I. F. G.; NASCIMENTO, A. B. S.; ANDRADE, P. A. F. L. *Lean construction: perspectives within Brazilian civil construction*. Revista GeSec, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 2545-2561, 2023.

CAMPOS, T. V.; AZEVEDO, R. C. de. *The lean methodology and the civil construction industry: a systematic review of literature*. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 437-455, 2021.

CASTILLO, G.; ALARCÓN, L. F.; GONZÁLEZ, V. A. *Implementing lean production in copper mining development projects: case study*. Journal of Construction Engineering and Management, v. 141, n. 1, 2014.

FERNG, J.; PRICE, A. D. F. *An exploration of the synergies between Six Sigma, total quality management, lean construction and sustainable construction*. International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, v. 1, n. 2, 2005.

LOVE, P.; EDWARDS, D.; LOVE, J.; IRANI, Z. *Champions of practice: context and habitus for unbounded learning in construction projects*. Facilities, v. 29, n. 5-6, p. 193-208, 2011.

LUNA, A.; HERRERA, R. F.; CASTAÑEDA, K.; ATENCIO, E.; BIOTTO, C. *Benefits and limitations of lean tools in the building design process: a functional and comparative analysis*. Applied Sciences, v. 15, 2025.

OGUNBIYI, O.; GOULDING, J. S.; OLADAPO, A. *An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK*. Construction Innovation: Information Process Management, v. 14, n. 1, p. 88-107, 2014.

SEGERSTEDT, A.; OLOFSSON, T.; ERIKSSON, P. E. *Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project*. Supply Chain Management: An International Journal, v. 15, n. 5, p. 394-403, 2010.

SIMU, K.; LIDELOW, H. *Middle managers' perceptions of operations strategies at construction contractors*. Construction Management and Economics, v. 37, n. 6, p. 351-366, 2019.