

IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION 4.0 - UMA REVISÃO DE LITERATURA DA IMPLANTAÇÃO CONJUNTA DO LEAN THINKING E INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Wictoria Gabriely de Souza Pipino; Leonardo do Nascimento Melo; Luciana Rosa Leite

INTRODUÇÃO

A filosofia Lean, originada no Sistema Toyota de Produção, consolidou-se como abordagem voltada à eficiência organizacional e à eliminação de desperdícios (McDermott; Venditti, 2015). Embora concebida para a indústria automobilística, expandiu-se para outros setores, entre eles a construção civil, dando origem ao *Lean Construction* (LC), que adapta seus princípios às particularidades do setor, priorizando a melhoria contínua e a entrega de valor (Koskela, 1992; Singh; Singh; Kumar, 2020).

Paralelamente, a Indústria 4.0 tem transformado sistemas produtivos por meio da integração de dados, automação e conectividade, com tecnologias como IoT, *Big Data* e inteligência artificial (Santos et al., 2018). Na construção civil, esse movimento é denominado Construção 4.0, que busca maior digitalização, produtividade e sustentabilidade.

No Brasil, a construção civil responde por cerca de 10% do PIB e gera milhões de empregos, mas enfrenta desafios como desperdício de materiais e baixa qualificação da mão de obra (SINIR, 2021). A integração entre *Lean Construction* e Indústria 4.0 – denominada *Lean Construction 4.0* – apresenta-se, assim, como estratégia promissora para reduzir custos, melhorar prazos e elevar a qualidade, alinhando-se às demandas de competitividade e sustentabilidade. O objetivo desta pesquisa é revisar a literatura sobre *Lean Thinking* e Indústria 4.0 no setor da construção civil, identificando dinâmicas, tecnologias e sinergias para sua aplicação conjunta.

DESENVOLVIMENTO

O método adotado para a pesquisa é a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), conduzida em três fases, conforme as recomendações de Brereton et al. (2007) e Conforto, Amaral e Silva (2011). Esse procedimento metodológico caracteriza-se por seguir etapas estruturadas que permitem identificar, analisar e sintetizar, de forma organizada e transparente, a produção científica existente sobre o objeto de estudo.

Na primeira fase, foram definidos o objetivo da revisão, as fontes primárias, a *string* de busca, os critérios de inclusão e exclusão dos artigos e as ferramentas de apoio. Optou-se pelas bases de dados Scopus, *ISI Web of Science* e IGLC, devido à sua relevância para a área.

A segunda fase envolveu a execução iterativa das buscas, a triagem inicial dos resultados e a análise preliminar. As buscas foram realizadas entre março e maio de 2025, resultando em um conjunto inicial de 1794 artigos, distribuídos entre as bases da seguinte forma: 97% provenientes da Scopus, 1,4% da *ISI Web of Science* e 1,4% da IGLC.

Por fim, na terceira fase, os artigos selecionados serão exportados para o software Nvivo, em que se procedeu ao tratamento, categorização e síntese dos resultados. Além disso, ao final desta fase, será elaborada uma análise bibliométrica, com o objetivo de sumarizar tendências, padrões e lacunas na literatura sobre a integração entre *Lean Construction* e Indústria 4.0.

RESULTADOS

Os resultados obtidos até o momento referem-se à primeira e à segunda fase da RBS. A *string* de busca definida (“Lean Construction” AND (“Industr* 4.0” OR “Construction 4.0”)) retornou

1794 artigos. Como se trata de um tema emergente, optou-se por buscar em todos os campos, ampliando o número inicial de resultados. Após a exclusão de duplicados e a leitura de títulos, resumos e palavras-chave, foram eliminados 1610 trabalhos (Figura 1). Na sequência, o segundo filtro, com leitura de introdução e conclusão, reduziu a amostra para 116 artigos, que serão analisados integralmente na etapa final. A distribuição temporal das publicações inicia-se em 2016, apresentando crescimento constante a uma taxa anual de 45,37%, com destaque para 2023, que concentrou 131 artigos.

A análise preliminar da rede de cocitação (Figura 2) revela dois campos distintos de produção: em vermelho, autores clássicos do *Lean Construction*, como Koskela (1992), e em azul, autores ligados às tecnologias digitais, como Sacks *et al.* (2010). Isso indica que a área se estrutura a partir da convergência de tradições de pesquisa distintas. Ressalta-se ainda que o artigo de Sacks *et al.* (2020), que propõe um *framework* de integração entre *Lean Construction* e tecnologias digitais para enfrentar os desafios de produtividade e sustentabilidade do setor, desponta como o mais citado globalmente (com 444 citações).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da relevância do tema, ainda há escassez de estudos completos sobre a integração entre *Lean Construction* e Indústria 4.0. Como próximo passo, a pesquisa avançará para a conclusão da revisão sistemática, com a análise integral dos artigos selecionados, a fim de consolidar os resultados.

Palavras-chave: Construção enxuta; Industria 4.0; Tecnologias digitais.

ILUSTRAÇÕES

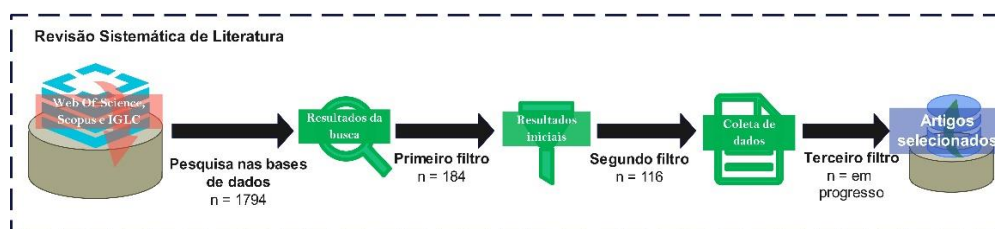


Figura 1. *Revisão bibliográfica sistemática conduzida*

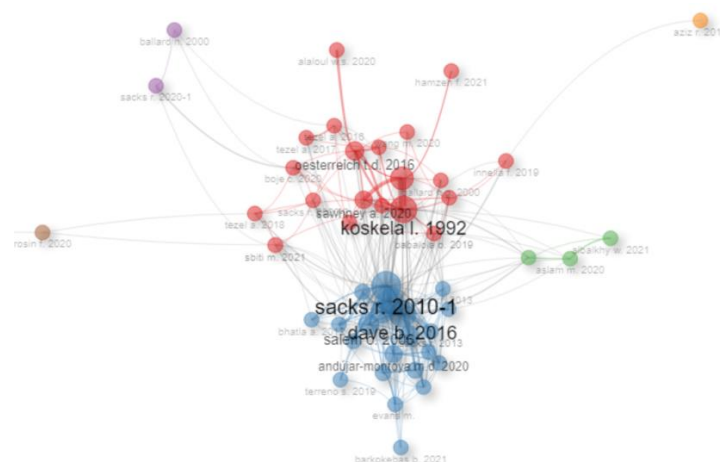


Figura 2. Rede de cocitação dos artigos selecionados no segundo filtro

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRERETON, Pearl; KITCHENHAM, Barbara A.; BUDGEN, David; TURNER, Mark; KHALIL, Mohamed. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*, v. 80, n. 4, p. 571-583, 2007.
- CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, Sérgio Luis da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP*, Porto Alegre, 2011.
- KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. Stanford: Stanford University, 1992. (CIFE Technical Report #72).
- MCDERMOTT, Christopher M.; VENDITTI, Fabrizio J. Implementing lean in knowledge work: Implications from a study of the hospital discharge planning process. *Operations Management Research*, v. 8, n. 3-4, p. 118-130, 2015.
- SACKS, Rafael; EASTMAN, Charles M.; LEE, Ghang; TEICHOLZ, Paul. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. 2. ed. Hoboken: Wiley, 2010.
- SACKS, Rafael; BRILAKIS, Ioannis; PANUSHEV, Ivan; LAMBERT, Aaron; SAVOIA, Gabriele; KANER, Idan. Construction digital twins: Directions for future research. *Automation in Construction*, v. 114, p. 103179, 2020.
- SANTOS, Bruno P. dos; MARTINS, Fernando G.; PEREIRA, Fabiano C.; CAVALCANTE, Ciro A. V. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v. 4, p. 111-124, 2018.
- SINGH, Jagmeet; SINGH, Harwinder; KUMAR, Amit. Impact of lean practices on organizational sustainability through green supply chain management: an empirical investigation. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 11, n. 6, p. 1035-1068, 2020.
- SINIR – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. *Relatório Anual de Resíduos Sólidos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2021.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Wictoria Gabriely de Souza Pipino
MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC-AF/UDESC (IC)
VIGÊNCIA: 09/2024 a 08/2025 – Total: 11 meses
ORIENTADORA: Luciana Rosa Leite
CENTRO DE ENSINO: CCT
DEPARTAMENTO: Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
ÁREAS DE CONHECIMENTO: Engenharias / Engenharia de Produção
TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: *Lean Thinking* e abordagens de gestão - uma análise da aplicação conjunta visando a melhoria de processos
Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: PVCT106-2024