



**LEAN CONSTRUCTION NA CONSTRUÇÃO CIVIL DURANTE A PANDEMIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**LEAN CONSTRUCTION IN CIVIL CONSTRUCTION DURING THE PANDEMIC: A SYSTEMATIC REVIEW**

**LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL DURANTE LA PANDEMIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

DOI: 10.5212/Admpg.v.12.21144.013

Pedro Artur Fernandes Lino Andrade<sup>1</sup>  
Alessandra Bruna Silva Nascimento<sup>2</sup>  
Carlos Henrique de Araújo<sup>3</sup>  
Solange Aparecida Tolentino<sup>4</sup>  
Irce Fernandes Gomes Guimarães<sup>5</sup>

## Resumo

O lean construction é uma filosofia estratégica que foca na eliminação de desperdícios utilizando um novo conceito de gestão e fluxo produtivo. O presente artigo retrata um estudo de literaturas científicas realizadas durante o período da pandemia do COVID-19 que abordam a aplicação da filosofia lean construction e sua empregabilidade na construção civil brasileira. O objetivo deste artigo é analisar e verificar como os princípios dessa ferramenta contribuíram durante a pandemia para a melhoria contínua e eficiência de processos na construção civil. Para isso, utilizou-se uma pesquisa sistemática. Baseados em palavras-chave para o estudo, foram selecionados cinco artigos sobre a aplicação lean construction no setor construtivo. Em seguida, foi feita uma análise quantitativa dos resultados alcançados em cada empresa em estudo e evidenciados os benefícios da aplicação do lean construction. Por fim, destaca-se as considerações finais sobre a importância da aplicação dos princípios lean construction para eliminação de desperdícios e a redução de custos na construção civil.

**Palavras-chave:** Lean construction, Aplicação, Pandemia, Construção

## Abstract

Lean construction is a strategic philosophy that focuses on eliminating waste using a new concept of management and production flow. This article portrays a study of scientific literature carried out during the period of the COVID-19 pandemic that addresses the application of the lean construction philosophy and its employability in Brazilian civil construction. The objective of this is to analyze and verify how the principles of this tool contributed during the pandemic to the continuous improvement and efficiency of processes in civil construction. For this, systematic research was used. Based on keywords for the study, five articles were selected on the application of lean construction in the construction sector. Then, a quantitative analysis of the results achieved in each company under study was carried out and the benefits of applying lean construction were evidenced. Finally, final considerations are highlighted on the importance of applying the principles of lean construction to eliminate waste and reduce costs in civil construction.

**Keywords:** Lean construction; Application; Pandemic; Construction

<sup>1</sup>Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP - Brasil - pedro.artur@aluno.ufop.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP - Brasil - alessandra.nascimento@aluno.ufop.edu.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP - Brasil - carlos.ha@aluno.ufop.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP - Brasil - solange.tolentino@aluno.ufop.edu.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP - Brasil - irce@ufop.edu.br

## Resumen

Lean Construction es una filosofía estratégica que se enfoca en eliminar desperdicios utilizando un nuevo concepto de gestión y flujo de producción. Este artículo retrata un estudio de la literatura científica realizado durante el período de la pandemia de COVID-19 que aborda la aplicación de la filosofía Lean Construction y su empleabilidad en la construcción civil brasileña. El objetivo de este es analizar y verificar cómo los principios de esta herramienta contribuyeron durante la pandemia a la mejora continua y eficiencia de los procesos de construcción civil. Para ello, se utilizó la investigación sistemática. Con base en palabras clave para el estudio, se seleccionaron cinco artículos sobre la aplicación de la construcción ajustada en el sector de la construcción. Luego, se realizó un análisis cuantitativo de los resultados alcanzados en cada empresa objeto de estudio y se evidenciaron los beneficios de aplicar la Lean Construction. Finalmente, se destacan las consideraciones finales sobre la importancia de aplicar los principios de Lean Construction para eliminar desperdicios y reducir costos en la construcción civil.

**Palabras-clave:** Lean Construction; Solicitud; Pandemia; Construcción

## 1. Introdução

No Brasil, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, em 2021, a construção civil representou 9,7% do Produto Interno Bruto (PIB), mas esse valor considerável ocorreu devido a inflação ocorrida durante o período da pandemia, registrada pelos aumentos dos produtos de construção (CBIC, 2021). De acordo com Índice Nacional do Custo da Construção foram registrados uma inflação na construção civil em torno de 51,21% entre janeiro de 2020 e março de 2022 (INCC, 2022). Desde 2018, o setor do setor da construção civil passou o momento de pandemia da COVID-2019 com oscilações observadas nas cadeias produtivas de praticamente todos os setores econômicos.

Diante de crises, principalmente em momentos de pandemia, pensar em soluções que reduzem riscos aos custos das organizações é fundamental, percebe-se que outras crises tiveram momentos históricos no cenário mundial, a qual deve-se citar é a ocorrência de uma forte crise no setor automobilístico após a segunda guerra mundial, neste momento empresas sofreram grandes prejuízos e, como solução a Toyota Motor Company inovaram com um sistema de produção que trouxe resultados com saldo positivo para saltar a crise e que operava constantemente para agregar valor ao produto ou processo que foram desenvolvidas pelo Sistema Toyota de Produção.

Ao constatar que a empresa Toyota obteve um crescimento e uma alta performance em sair da crise, despertaram-se o interesse de grandes setores em conhecer as ferramentas práticas aplicadas ao sistema Toyota de produção. Algumas delas evidenciadas foram Just in Time e

o Kanban, sendo considerados elementares para o crescimento da empresa. Ainda não satisfeitos, o sistema Toyota visava mais eficiência no processo com foco em zerar perdas, então começaram a idealizar alguma ferramenta que pudesse reunir princípios, métodos e técnicas aplicadas em conjunto.

Nos anos 50, Taiichi Ohno no Japão, propuseram um modelo de produção enxuta e com sistema puxado, até que em 1992 Laury Koskela publicou um trabalho que foi considerado marco na construção civil, "Application of the new production philosophy to construction", propondo o uso dessas ferramentas para o planejamento e acompanhamento da execução de obras. A partir da década de 90, surgiram estudos para melhorar e adaptar este sistema produtivo para a construção civil, chamada de Lean Construction (construção enxuta).

Atualmente já existem empresas no Brasil que utilizam esta filosofia e que estão conseguindo ótimos resultados. A implementação do Lean Construction na construção civil apresenta resultados imediatos, devido às possibilidades de melhorias que o Lean fornece, como a eliminação ou redução de desperdícios. Com o aquecimento do setor da construção civil nos últimos anos, o maior desafio em questão é a qualificação de mão de obra capacitada para atuação no setor da construção em todas as regiões do país. Deste modo, este artigo apresenta teorias do pensamento enxuto para o setor da construção civil, com evidências na aplicação e análises observadas da implementação da cultura Lean Construction nos estudos de casos abordados em repositórios acadêmicos. Portanto, investigar

cientificamente o tema Lean Construction ou Construção Enxuta é de extrema importância já que se observou uma possibilidade de contribuição para o setor da construção civil. Segundo Costa, o processo de racionalização, por meio da implementação dos modelos de qualidade, associa-se diretamente às estratégias de redução de custos por parte das empresas. (COSTA, 2014).

Costa (2018) apud Lean Institute Brasil (2018), relata que o Lean Construction impacta positivamente ao se projetar e executar obras, com oportunidades de melhoria no que tange a redução de custo e tempo, tornando-se um desafio no gerenciamento para que consiga fornecer o máximo de valor à construção. A filosofia Lean Construction apresenta conceitos e ferramentas que auxiliam na redução de perdas. Quando se fala de perdas no Lean Construction, tem-se que considerar não apenas perdas de materiais aplicados diretamente no produto, mas também considerar as perdas de atividades que não agregam valor onde se destaca o transporte, estoque e espera.

Esse artigo tem sua estrutura formatizada na caracterização do Lean Construction, introdução ao tema, objetivos, justificativa que envolve a pesquisa. Em sequência, descreve um referencial teórico que reúne informações importantes acerca dos principais autores que contribuíram para a construção do Lean Construction. Dessa forma, foi aplicada a metodologia que apresenta a revisão sistemática, o que possibilita o tratamento e a análise de dados levantados pelo artigo, está contido no diagnóstico dos resultados encontrados nas revisões científicas em estudo. É possível ao longo do estudo fazer uma análise dos resultados e principais desafios encontrados. E por fim, a abordagem das considerações finais obtidas da pesquisa com sugestão para melhoria nas aplicações do Lean Construction na construção civil.

## 2. Referencial Teórico

A filosofia Lean Construction com aplicação na construção civil surgiu pela metodologia de produção enxuta de origem do sistema Toyota e permite melhorar os rendimentos nas organizações, seja com uma completa ou média implementação desse sistema. Observa-se através do estudo da obra de diversos autores que esse método vem sendo difundido desde sua origem, com definições e regras bem específicas.

Koskela (1992) sumariza o pensamento enxuto em onze princípios, a saber: reduzir as atividades que não agregam valor; aumentar o valor fornecido, considerando as demandas do cliente; reduzir variabilidade; reduzir tempo de ciclo; minimizar número de etapas; aumentar flexibilidade; aumentar transparência do processo; foco no controle do processo completo; promover melhoria, equilibrar melhorias de fluxo com de conversão; e realizar benchmarking.

Para Womack & Jones (1996), aplicar uma filosofia Lean Construction podem ser planejadas com ênfase nos seguintes parâmetros como especificar o que é valor para o cliente, mapear a cadeia de valor, criar ou melhorar o fluxo no sistema, estabelecer o fluxo puxado e buscar a perfeição. Para Shingo (1996), implementar a filosofia “Lean” é seguir 14 princípios do STP: longo prazo; criar fluxo de processo contínuo; usar sistema puxado; nivelar o trabalho; construir uma cultura de parar para estudar problemas; criar padrão; utilizar o controle visual; utilizar tecnologia especializada; desenvolver e capacitar os líderes e operadores; criar e desenvolver equipes excepcionais que seguem a filosofia; desenvolver parceiros e fornecedores; compreender melhor a situação em campo; tomar decisões por consenso; busca de melhorias contínua.

Piatkowski (2004) contribui para a literatura quando se deseja abordar conceitos e ferramentas que apoiam a qualidade e produtividade das atividades que podem ser aplicadas quando se deseja categorizar a gestão da qualidade, quando se trata do planejamento, o autor menciona que O pensamento enxuto e sua aplicabilidade podem diminuir os desperdícios no ciclo do produto ou projeto e gerar valor ao cliente. O conhecimento sobre a filosofia “Lean” empregada na construção civil permite executar as atividades operacionais sem desperdícios (Koskela, 2004).

Para Costa (2018), a implementação das ferramentas como Programa 5S, o trabalho padronizado, o controle visual, o Just In Time e Total Productive Maintenance permite contribuir para um bom planejamento para eliminação de desperdícios de materiais; falta de mão de obra qualificada; ausência de orientações técnicas; canteiro de obra organizado e planejado; superprodução; tempo de espera; transportes desnecessários; processamento; estoques; movimentos; defeitos e potencial humano.

### 3. Metodologia

Diante do cenário de pandemia e inflação econômica ao qual a sociedade está exposta, aplicar novas metodologias que agregam valor a uma organização é fundamental. A partir dessa abordagem foi possível construir um estudo com base na literatura científica que contribuam para melhor compreensão da ferramenta Lean Construction no setor da construção civil. Para isso, esta pesquisa trouxe como resultado, responder questões pertinentes de como é possível promover melhorias no setor da construção civil, diante do desafio que a construção civil enfrenta no momento.

Segundo Ieda Vasconcelos, economista da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o ano de 2022 terá uma série de desafios. O lockdown de importantes cidades pela pandemia, o conflito entre Rússia e Ucrânia, entre outros conflitos, provocaram incertezas na indústria da construção civil e fez com que a inflação alcançar taxas de juros no maior patamar real do mundo, com a taxa Selic subindo de 12% para 12,75%, Ieda destaca também que é um ano de eleição no Brasil, que costuma ser um período de incertezas e desafios.

Ao delimitar o problema de pesquisa sobre construção civil após a pandemia mundial e em relação aos mecanismos de utilização de princípios, práticas e ferramentas da Lean Construction e sua contribuição no processo de percepção dos impactos e desafios que a aplicação dessa ferramenta proporciona as edificações foi possível a elaboração de um mapeamento do contexto histórico e de desenvolvimento, além de identificar as principais produções científicas acadêmicas na área da construção civil. Buscou-se as bases científicas bibliográficas a partir de material já publicado em livros, artigos de periódicos e material, a fim de contribuir para contextualização do tema.

Com base no levantamento realizado na literatura, possibilitou entender como o setor construção civil tem absorvido o conhecimento referente a empregabilidade da ferramenta e filosofias do Lean Construction e quais as principais abordagens científicas que estão sendo trabalhadas no que tange a sua aplicação nas empresas da construção civil. Depois da busca inicial, deu-se início à revisão bibliométrica, em que foram destacadas algumas variáveis para análise, como: abordagem científica, autores,

anos, ferramentas Lean Construction que foram utilizadas e os resultados encontrados com a aplicação das ferramentas nas empresas da construção civil.

O artigo foi elaborado de forma bibliométrica e sistemática e com métodos de análises para alcançar resultados satisfatórios no estudo. Optou-se pela pesquisa qualitativamente e quantitativamente exploratória, subsidiando elementos que conduz pesquisar fatos e dados de eventos, relações e contexto referente ao objetivo do artigo. Algumas palavras chaves foram combinadas e inseridas nas bases do Google Academic, entre os meses de abril a julho de 2022, para realização da revisão sistemática de literatura, as combinações de palavras utilizadas nas buscas foram aplicação, construção enxuta, construção civil e pandemia.

Para a realização da extração de dados foi elaborada uma abordagem científica, com os artigos resultantes dos critérios de inclusão, totalizando um levantamento realizado com 884 resultados. O critério de eliminação adotou-se os artigos que não contemplavam as principais palavras chaves, com valorização das combinações, período de publicação entre 2017 a 2021, visto que neste período houve uma crise mundial devido ao COVID-19 e considerados idiomas em Português e Inglês.

ABORDAGEM CIENTÍFICA	AUTORES/ANO
Aplicação da ferramenta de avaliação de implementação da construção enxuta em três empresas Construtoras Goianas.	(Tatiana Gondim do Amaral et al., 2020)
Aplicação do Lean Construction em empresas de pequeno porte do setor da construção civil: um estudo de caso.	(Silveira & Araújo, 2019)
Aplicação dos conceitos da construção enxuta em obras de infraestrutura: Estudo de caso Múltiplos.	(Assunção, Almeida & Wildemberg Raiol de Assunção, 2021)
Aplicação dos princípios da Lean Construction na construção civil	(Pedroso & Lucena, 2022)
Avaliação da aplicação dos princípios do Lean.	(Amorim et al., 2021)

Tabela 1- Revisão Bibliométrica dos estudos para análise.

AUTORES	FERRAMENTAS UTILIZADAS	RESULTADOS		
		A	B	C
(Tatiana Gondim do Amaral et al., 2020)	Gestão da qualidade	50%	61%	62%
	Suprimentos			
	Planejamento e Controle de Produção			
	Gestão de Projetos			
(Silveira & Araújo, 2019)	Last Planner System	Não se aplica		
(Assunção, Almeida & Wildemberg Raiol de Assunção, 2021)	Foco no Cliente	50%	48,33%	53,89%
	Fluxo de Materiais e produção puxada			
	5S			
	Fluxo de Informações			
(Pedroso & Lucena, 2022)	Redução de variabilidade	Não se aplica		
	Lead Time			
	Aumentar a Flexibilidade			
	Princípios de Koskela			

Quadro 1- Revisão Bibliométrica dos estudos para análise.

## 4. Análises da Aplicação *Lean Construction*

De um modo geral, as publicações selecionadas conforme os critérios definidos na metodologia buscam demonstrar os efeitos práticos que a adoção de princípios, conceitos e ferramentas Lean geram às construções civis, em termos de qualidade, produtividade e economia. A filosofia do pensamento enxuto é expressa quando se deseja especificar e alinhar fluxo de valores que ofereçam bens e serviços com qualidade, melhorar a eficácia no processo e fazer cada vez mais com menos com a geração de zero desperdício e agregar a satisfação dos clientes.

Mendonça e Araújo (2019) ao aplicar a metodologia do Last Planner System na construção civil de pequeno porte demonstraram em seus resultados de estudo que após a aplicação da metodologia a empresa que antes apresentava uma lucratividade em sua operação inferior a 10% alcançou um aumento de 12% reduzindo seus custos operacionais em 18%. Por meio da aplicação da metodologia nos canteiros de obras alcançou uma redução no preço de custo dos contratos de 16%.

Assunção et al. (2021) em seu estudo de casos múltiplos sobre a Aplicação dos conceitos da construção enxuta em obras de infraestrutura, foram incorporadas ao estudo a implantação da filosofia Lean com critérios de avaliação no foco ao cliente, desperdícios, qualidade, fluxo de materiais e produção puxada, organização planejamento e o fluxo de informações e melhorias contínuas, como resultados observou-se que a aplicação dessa ferramenta permitiu ao sistema construtivo melhorias de 50% que Empresa A, 48,33% na empresa B e 53,89% na empresa C.

CATEGORIA	OBRA A		
	MÁXIMA	ALCANÇADA	CLASSIFICAÇÃO (%)
Foco no cliente	24	15	62,50%
Desperdício	30	16	56,33%
Qualidade	48	30	62,50%
Fluxo de materiais e produção puxada	30	9	30,00%
Organização, planejamento e o fluxo de informações	36	12	33,33%
Melhoria Contínua	12	8	66,67%
TOTAL	180	90	50,00%

Quadro 2 : Aplicação Lean Construction; adaptado Assunção et al. (2019)

OBRA B			
CATEGORIA	MÁXIMA	ALCANÇADA	CLASSIFICAÇÃO (%)
Foco no cliente	24	14	58,33%
Desperdício	30	15	50,00%
Qualidade	48	29	60,41%
Organização, planejamento e o fluxo de informações	30	9	30,00%
Organização, planejamento e o fluxo de informações	36	12	33,33%
Melhoria Contínua	12	8	66,67%
TOTAL	180	87	48,33%

Quadro 3 : Aplicação Lean Construction; adaptado Assunção et al. (2019)

OBRA C			
CATEGORIA	MÁXIMA	ALCANÇADA	CLASSIFICAÇÃO (%)
Foco no cliente	24	16	66,67%
Desperdício	30	17	56,67%
Qualidade	48	33	66,75%
Fluxo de materiais e produção puxada	30	11	36,67%
Organização, planejamento e fluxo de informações	36	12	33,33%
Melhoria Contínua	12	8	66,67%
TOTAL	180	97	53,89%

Quadro 4 : Aplicação Lean Construction; adaptado Assunção et al. (2019)

Já no estudo da aplicação do Lean Construction na construção civil proposto na concepção dos princípios de Koskela (2000), os autores chegaram aos seguintes resultados, princípios de redução de variabilidade, lead time e aumentar a transparência alcançaram um percentual de 60%, enquanto o princípio de aumentar a flexibilidade obteve um percentual de 62%. Nesse sentido, esses princípios apresentaram desempenhos similares. Apenas o princípio de simplificação que apresentou um desempenho mais elevado, com um percentual totalizando 67%.

Amaral et al. (2020) em seu estudo sobre a Aplicação da ferramenta de avaliação da implementação da construção enxuta em três empresas construtoras goianas, avaliam que a eficiência do Lean Construction aplicada constataram que Empresa A teve seu maior resultado relacionado à Gestão da Qualidade, com uma porcentagem de 68% e menor resultado em Gestão de Projetos, com 38%. A empresa B, por sua vez, teve sua melhor nota relacionada a Planejamento e Controle de Produção com 67% e a menor nota em Gestão da Cadeia de Suprimentos, com 55%. E a Empresa C apresentou seu menor desempenho igual a 38%, em Planejamento e Controle da Produção. O seu maior aproveitamento foi em Gestão da Cadeia de Suprimentos, obtendo o equivalente a 83%,

resultado de eficiência considerável.

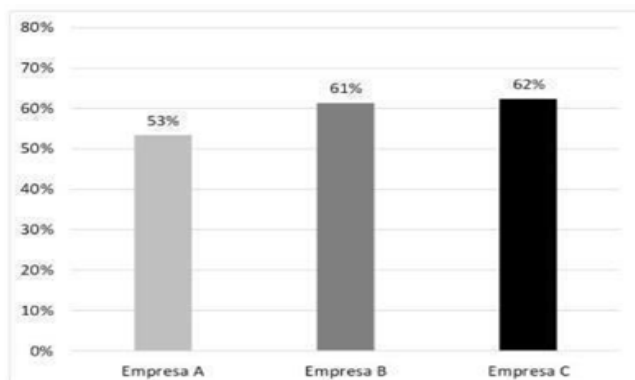


Figura 1: Aplicação Lean Construction nas Empresas; Amaral et al. (2021)

Para Amorim et al. (2021), em seu estudo os resultados apontaram uma aplicação satisfatória de todos os princípios (Figura 4), com destaque para os princípios 6 (aumentar a flexibilidade de saída), 8 (foco no controle de todo processo) e 11 (fazer benchmarking), que obtiveram desempenho de 100%. Segundo o engenheiro entrevistado, há um grande esforço da empresa em planejar e controlar todo o processo da obra, principalmente em integrar o planejamento da obra com as ações da produção no canteiro, que favorece o resultado positivo na aplicação desses três princípios.

PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION	PONTUAÇÃO
1- Reduzir as parcelas de atividades que não agregam valor	93,75%
2- Melhorar o valor do produto por meio das considerações sistemáticas e requeridas pelo cliente	93,75%
3- Reduzir a variabilidade	93,75%
4- Reduzir o tempo de ciclo	93,75%
5- Simplificar e minimizar o número de passos e partes	93,75%
6- Aumentar a flexibilidade na execução do produto	100,00%
7- Aumentar a transparência do processo	93,75%
8- Focar o controle no processo global	100,00%
9- Introduzir melhoria contínua dos processos	87,50%
10- Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões	100,00%
11- Referências de ponta (Benchmarking)	100,00%

Tabela 2: Aplicação dos Princípios Lean Construction; Amorim et al. (2021).

## 5. Conclusão

No cenário atual com a tecnologia em evolução, novos recursos exigem das organizações inovações em diversos setores da cadeia produtiva para serem utilizados em diferentes áreas. Na área da construção, são vistos diversos avanços, desde equipamentos modernos até a aplicação de ferramentas que tornam a produção da construção mais eficiente, uma das ferramentas utilizadas na aplicação em setores da construção civil é a filosofia Lean Construction.

O Lean Construction pode contribuir desde o planejamento até um projeto, a aplicação dessa técnica contribui para aperfeiçoar ou melhorar um sistema produtivo, aumenta a produtividade

dos processos de construção, melhoram a rentabilidade total do projeto e eliminam os desperdícios, age na essência do problema e torna colaborativo questões que sempre têm as mesmas respostas como “isso sempre foi assim”.

Considera-se então, que a implantação da Lean Construction aplicado em uma obra da construção civil obteve resultados positivos após a aplicação dos princípios propostos nos estudos. No estudo, pode-se ver como a aplicação Lean Construction provocaram a eliminação de desperdícios e a valorização das ações que agregam valor e que aplicação do método auxiliou na visualização dos desperdícios que acontecem na construção civil possibilitando definição dos planos de ação pontuais e integrados que trouxeram o primeiro passo para a experiência Lean com objetivos alcançados.

## Referências

Amorim, I. V., Tavares, I. C. P., Angelim, V. L., & Pinheiro, D. T. (2021). Avaliação da aplicação dos princípios do lean construction: estudo de caso em Fortaleza CE. Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção, 12, 1-8.

Arantes, F. T. (2010) Modelo de diagnóstico da maturidade da Construção Enxuta e estudos de casos em empresas de construção civil. 2010. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-19012011-161002/?&lang=br>>. Acesso em: 2 Ago. 2022.

Câmara Brasileira Da Indústria Da Construção. A Construção Civil pode dar um novo ânimo à economia, 07 dez. 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/a-construcao-civil-pode-dar-um-novo-animo-a-economia-2/>>. Acesso em: 20 Jun. 2022.

Câmara Brasileira Da Indústria Da Construção. PIB Brasil e Construção Civil, 30 mai. 2019. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 20 Jun. 2022

Conference Of The International Group For Lean Construction (IGLC) ) (2019). Dublin, Ireland, Pasquire C. and Hamzeh F.R. (ed.). Proc. 27th., pp. 687-698. DOI: <https://doi.org/10.24928/2019/0243>.

Costa, Luciano Rodrigues. (2014) a racionalização do processo de trabalho na construção civil. Impulso, Piracicaba. 24(61), 167-182.

- Do amaral, t. G., de paiva, l. B., de paula, r. F., & nobre, r. F. (2019). Aplicação da ferramenta de avaliação da implementação da construção enxuta em três empresas construtoras goianas. *Reec-revista eletrônica de engenharia civil*, 15(2), 137-150.
- Figueira, D. M. L. S. C. (2016) *Lean na Construção: Proposta de Modelo de Avaliação de Maturidade Das práticas Lean*. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Técnico Lisboa. Lisboa. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/281870113703679/TESE.pdf>>. Acesso em: 4 mai. 2022.
- Koskela, L. *Application of the New Production Philosophy to Construction*. 1992. 75 f. Relatório Técnico. Centro de Engenharia de Instalações Integrais- CIFE. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Stanford.
- Lucena, a. F. E., & de melo pedroso, c. T. (2022). Aplicação dos princípios da lean construction na construção civil. *Revista de engenharia e tecnologia*, 14(2).
- Mendonça, i. D. S., & de Araujo, v. S. (2019) *Aplicação da lean construction em empresas de pequeno porte do setor da construção civil: um estudo de caso*.
- Matuszak, A. R., & Ferreira, A. C. M. (2017). *Diagnóstico da maturidade dos princípios lean construction em empresas construtoras da cidade de Medianeira-PR* (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).
- Ohno, T. (1997) *O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Brookman.
- Peduzzi, Pedro. *Cbic: 46,7% dos empresários da construção estão preocupados com os custos*. Agência Brasil. (2012). Acesso em 10 de maio de 2022: Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-04/cbic-467-dos-empresarios-dac-onstrucao-estao-preocupados-comcustos04/cbic-467-dos-empresarios-da-construcao-esta-o-preocupados-com-custos>.
- Mota, P.; Machado, F.; Biotto, C.; Mota, R.; Mota, B. *BIM for Production: Benefits and Challenges for its Application in a Design-Bid-Build Project* In: ANNUAL
- Rodrigues, M. V. *Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean*
- Tauriainen, M., Marttinen, P., Dave, B., & Koskela, L. (2016). The effects of BIM and lean construction on design management practices. *Procedia engineering*, 164, 567-574.
- Womack, j. P. (2004). *A máquina que mudou o mundo*. Gulf professional publishing.

Recebido em: out/2022

Aceito em: out/2022

Publicado em: dez/2022