



CAPACITAÇÃO EM LEAN CONSTRUCTION: UMA ANÁLISE SISTEMÁTICA DA LITERATURA

LEAN CONSTRUCTION TRAINING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Jonas Leite Costa¹, Miroslava Hamzagic², Urânia Tuan Cardozo³

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p275-287.2023

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo investigar estratégias para a capacitação de profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção em *Lean Construction*. Para atingir o objetivo proposto, foi efetuada uma revisão sistemática de literatura que possibilitou a coleta, seleção e análise de publicações relevantes e atualizadas sobre o tema estudado. Com a realização desta pesquisa, verificou-se que a capacitação em *Lean Construction* pode ser feita a partir da oferta de disciplinas específicas em cursos de graduação e pós-graduação em universidades ou por meio de ações de qualificação e treinamento de profissionais da Construção Civil. A fim de promover uma aprendizagem significativa, podem ser empregados jogos, desafios, simulações, vídeos, estudos de caso, visitas técnicas ou, até mesmo, realidade virtual. Além disso, nos programas de capacitação em *Lean Construction*, devem ser criadas oportunidades para que profissionais da indústria e da academia possam compartilhar seus conhecimentos e experiências, já que essa cooperação é fundamental para o desenvolvimento científico e disseminação da filosofia *Lean* na Construção Civil.

PALAVRAS-CHAVE: Capacitação Profissional; Construção Enxuta; Ensino de Engenharia; Indústria da Construção.

ABSTRACT: This work aims to investigate strategies for training professionals in Architecture, Engineering and Construction in *Lean Construction*. To achieve the proposed objective, a systematic literature review was carried out, which enabled the collection, selection, and analysis of relevant and update publications on the subject studied. With the accomplishment of this research, it was found that training in *Lean Construction* can be carried done by offering specific disciplines in undergraduate and graduate courses at universities or through actions of qualification and training for construction professionals. To promote a meaningful learning of *Lean Construction*, games, challenges, simulations, videos, case studies, technical visits or even virtual reality can be used. Furthermore, in *Lean Construction* training programs, opportunities must be created for professionals from industry and academia to share knowledge and experiences, since this cooperation is fundamental for the scientific development and dissemination of the *Lean* philosophy in Civil Construction.

KEYWORDS: Lean Construction; Construction Industry; Professional Training; Engineering Education.

¹ Prof. Me. em Engenharia Mecânica, IFSP Caraguatatuba, jonas.costa@ifsp.edu.br

² Profa. Dr. em Engenharia de Produção, Universidade de Taubaté, miroslava.hamzagic@unitau.br

³ Graduanda em Engenharia Civil, IFSP Caraguatatuba, urania.cardozo@aluno.ifsp.edu.br



INTRODUÇÃO

No segmento de obras da Construção Civil brasileira, embora não haja consenso com relação a um valor exato, estima-se que cerca de 30% do valor investido em materiais é desperdiçado (DESCHAMPS; BEUREN, 2009). Além do mais, se forem consideradas outras formas de desperdícios, como transporte desnecessário, tempos de espera, uso de equipamentos ou técnicas inadequadas e retrabalho, as perdas na Construção Civil brasileira podem ser consideradas ainda maiores.

Levando em consideração esse cenário, empresas do setor têm empenhado seus esforços em melhorias de gestão e na adoção de técnicas construtivas mais eficientes, já que o uso isolado de tecnologias e processos industrializados sem melhoria de gestão resulta, muitas vezes, em maior desperdício e poucos ganhos de produtividade (SINDUSCON/SP, 2015).

Entre as abordagens de gestão que vêm sendo adotadas na Construção Civil, as práticas do *Lean Construction* têm sido utilizadas por um número crescente de empresas (MELO; DESCHAMPS; COSTA, 2017). Essas práticas se baseiam em conceitos do *Lean Manufacturing* e podem ser aplicadas a qualquer tipo de construção, sendo particularmente adequadas à gestão de projetos complexos, incertos e rápidos (HOWELL, 1999).

No *Lean Construction*, considera-se que os processos são compostos por atividades de conversão e de fluxo. As atividades de conversão consistem em tarefas que efetivamente transformam materiais em produtos e as atividades de fluxo referem-se às tarefas de transporte de material, troca de ferramentas e tempo de espera de processamento. Embora todas as atividades envolvam custos e consumam tempo, apenas as atividades de conversão são capazes de agregar valor ao produto. Portanto, para a melhoria do processo como um todo, deve-se buscar a redução ou eliminação das atividades de fluxo e a melhoria de eficiência das atividades de conversão (KOSKELA, 1992).

Ressalta-se que a implementação das práticas *Lean* na Construção Civil não é uma tarefa simples, pois requer mudanças conceituais e práticas nas organizações. A aceitação e assimilação dos conceitos pelos trabalhadores é o principal desafio para a aplicação exitosa da abordagem *Lean* nas obras. Dessa forma, é necessário que as empresas realizem esforços para superar as práticas convencionais e desenvolvam nos trabalhadores uma nova mentalidade. O processo de implementação deve ser gradativo, de modo a conciliar as



mudanças operacionais com as mudanças de comportamento das pessoas envolvidas (KOSKELA et al., 2002).

Embora a mentalidade *Lean* seja amplamente difundida em diversos setores industriais e seja reconhecida a importância de incorporar seus conceitos no currículo dos cursos de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), ainda são poucas as iniciativas em instituições de ensino brasileiras que atendam a essa demanda (MATUSZAK, 2020).

Dessa forma, a adoção da mentalidade *Lean* na Construção Civil surge como uma oportunidade para a racionalização dos processos e o aumento de competitividade das organizações. Para que isso ocorra, é necessário que haja a capacitação dos profissionais que atuam nesse setor, a fim de que possam conhecer, entender e aplicar os princípios e ferramentas do *Lean Construction* nas diferentes atividades da Construção Civil.

Assim, este trabalho tem como objetivo investigar estratégias para a capacitação de profissionais de AEC em *Lean Construction*. Para atingir esse objetivo, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, que possibilitou a coleta, seleção e análise de publicações relevantes e atualizadas sobre o tema estudado.

METODOLOGIA

De acordo com Cordeiro et al. (2007), o ponto de partida da revisão sistemática de literatura é a estruturação de uma pergunta específica bem definida. Assim, por meio desta pesquisa, buscou-se responder a seguinte questão: “Como capacitar profissionais de AEC em *Lean Construction*?”.

A seleção das publicações relevantes para revisão sistemática foi realizada por meio da aplicação dos processos estruturados Proknow-C (TASCA et al., 2010; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012) e *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015; 2017).

Embora sejam distintos, principalmente no que se refere à forma de classificar a relevância dos artigos, o Proknow-C e a *Methodi Ordinatio* possuem algumas atividades em comum. Dessa forma, buscou-se identificar essas atividades e aplicar os processos de forma concomitante, de modo a otimizar os esforços empreendidos na pesquisa.

Assim, a revisão sistemática foi organizada em três etapas, sendo elas: investigação preliminar, filtragem e seleção dos artigos e análise das publicações.



Investigação preliminar

Na investigação preliminar foram definidas a *string* de busca e as bases de dados mais alinhadas ao tema.

A *string* inicial de busca ficou definida como: "(*capacitation OR training OR qualification*) AND (*lean AND construction*)". Após a realização das buscas nas bases de dados, identificou-se que as bases Scopus e Web of Science possuíam maior aderência ao tema da pesquisa, pois abrangiam um maior volume de publicações e possibilitavam melhor acesso aos materiais de interesse.

Com a identificação das bases de dados mais alinhadas ao tema, realizou-se uma busca restringindo a *string* ao título, palavras-chave e resumo dos artigos. Além disso, delimitou-se a busca a artigos publicados a partir do ano de 1992, pois foi quando surgiram os primeiros trabalhos abordando o tema *Lean Construction*. Após realizar a busca com essas delimitações, foram identificados 42 artigos de interesse na base Scopus e 49 artigos na base Web of Science.

Ao realizar a leitura não estruturada das palavras-chave de alguns artigos alinhados ao tema, foram identificadas outras palavras-chave de interesse para a pesquisa, conforme descrito a seguir para cada um dos eixos:

- Capacitação: *teaching, learning, education, course*;
- *Lean Construction: last planner*.

As novas palavras-chave foram incorporadas à *string* e novamente foi realizada a busca nas bases de dados. No Quadro 1 estão descritos os detalhes da busca definitivas.

Quadro 1 – Dados da busca definitiva nas bases de dados

Base de dados	Scopus	Web of Science
Termo de busca	TITLE-ABS-KEY ((<i>capacitation OR training OR qualification OR teaching OR learning OR education OR course</i>) AND ((<i>lean AND construction</i>) OR " <i>last planner</i> ")) AND PUBYEAR > 1991 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))	TOPIC: ((<i>capacitation OR training OR qualification OR teaching OR learning OR education OR course</i>) AND ((<i>lean AND construction</i>) OR " <i>last planner</i> ")) Refined by: DOCUMENT TYPES: (ARTICLE) Timespan: 1992-2021.
Data da busca	21/07/2021	21/07/2021
Nº de artigos	153	150

Fonte: Costa e Hamzagic (2022).



Filtragem e seleção dos artigos

Após a coleta das publicações nas bases de dados, foram realizados os procedimentos de filtragem e seleção dos artigos. Os trabalhos foram filtrados considerando-se o alinhamento do título, o resumo e as palavras-chave ao tema da pesquisa. Posteriormente, foram empregados os procedimentos de classificação previstos nos processos Proknow-C e Methodi Ordinatio, que levam em consideração alguns indicadores como número de citações, ano de publicação e fator de impacto do periódico.

Com base na classificação das publicações, os artigos considerados mais representativos foram lidos em sua íntegra, e aqueles que estavam alinhados ao propósito da pesquisa foram integrados ao portfólio bibliográfico. No Quadro 2, são apresentadas as publicações selecionadas para compor o portfólio bibliográfico da pesquisa.

Análise das publicações

Por fim, realizou-se a análise dos artigos selecionados a fim de responder à pergunta da revisão sistemática de literatura. Os resultados dessa análise são apresentados na próxima seção.

Quadro 2 – Portfólio bibliográfico da pesquisa

Ano	Título	Autores	País
2020	Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping	Wang et al.	Austrália
2019	An investigation into the evolution of lean construction, education in indian industries and universities	Antony, Anandh e Siddharth	Índia
2019	Reflection strategy for teaching construction projects in Civil Engineering	Castellanos, Guzmán e Ruiz	Colômbia
2019	Impact of game-based learning on understanding lean construction principles	Herrera et al.	Espanha
2019	Integrating lean construction into the civil engineering curriculum	Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir	Turquia
2019	Improving the learning of design management operations by exploiting production's feedback: Design science approach	Lehtovaara, Seppänen e Peltokorpi	Finlândia
2018	Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes	Saini, Arif e Kulonda	Reino Unido
2017	Application of hands-on simulation games to improve classroom experience	Hamzeh et al.	Líbano
2015	LEBSCO: Lean-Based Simulation Game for Construction Management Classrooms	González et al.	Nova Zelândia
2012	Exploring lean construction practice, research, and education	Alves, Milberg e Walsh	EUA

Fonte: Costa e Hamzagic (2022).



RESULTADOS

A capacitação de profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction* enfrenta alguns desafios, já que essa nova perspectiva de produção envolve mudanças nos modelos mentais e nas práticas consolidadas ao longo do tempo. Alves, Milberg e Walsh (2012) identificaram três principais desafios relacionados à disseminação dos conceitos *Lean* na Construção Civil.

O primeiro desafio está relacionado a uma necessidade de definir de forma mais precisa o que o *Lean* significa. De acordo com Alves, Milberg e Walsh (2012), é importante oferecer uma compreensão holística acerca do que o termo *Lean* representa, para que haja uma base de conceitos na qual suas práticas possam ser disseminadas para profissionais da Construção Civil e da comunidade como um todo. Isso pode beneficiar não só empresas privadas que queiram agregar valor e eliminar desperdícios de suas obras, mas também o setor público, que pode executar projetos que atendam às necessidades da população com o uso mais eficiente dos recursos públicos (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

O segundo desafio diz respeito à colaboração entre acadêmicos e profissionais da indústria da Construção Civil. Segundo Alves, Milberg e Walsh (2012), deve haver um trabalho colaborativo entre docentes e pesquisadores com empresas e profissionais que estão implementado ou já implementaram as práticas *Lean* em suas organizações, de modo que a academia possa ser beneficiada pelas experiências práticas da indústria e as empresas possam obter uma validação científica de seus ganhos a partir de estudos científicos, contribuindo para melhorias de todo o setor.

O terceiro desafio identificado por Alves, Milberg e Walsh (2012) está baseado no esforço necessário para envolver as pessoas em experiências de aprendizagem significativas, evitando que o *Lean Construction* seja visto como uma moda passageira na indústria da Construção Civil. Nesse aspecto, o compartilhamento de experiências, sucessos e fracassos podem contribuir para que sejam propostas novas abordagens que proporcionem avanços na disseminação dos conceitos *Lean* na Construção Civil (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

Considera-se que o treinamento de profissionais é fundamental para a implementação dos princípios *Lean* nas operações da Construção (ANTONY; ANANDH; SIDDHARTH, 2019; WANG et al., 2020). Para uma maior disseminação dos conceitos *Lean* em todo o setor, a capacitação deve ocorrer tanto na indústria quanto nas universidades e deve proporcionar conhecimentos aprofundados



sobre a aplicação desses conceitos em canteiros de obras (ANTONY; ANANDH; SIDDHARTH, 2019).

Alves, Milberg e Walsh (2012) sugerem que, nas universidades, os princípios e ferramentas do *Lean Construction* sejam ensinados em disciplinas específicas ou introduzidos em unidades curriculares já existentes. Para a capacitação de profissionais, esses autores recomendam que as associações profissionais organizem seminários e *workshops* que possam contribuir para a formação continuada dos trabalhadores de AEC (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

Embora existam estudos que analisem o ensino do *Lean Construction* em universidades, ainda são poucas as discussões acerca de projetos de curso que abordem os conteúdos e metodologias necessários para a capacitação de profissionais e estudantes de AEC.

A elaboração de um currículo padronizado pode contribuir para a maior implementação do *Lean* na indústria da Construção Civil, já que capacitação de profissionais de forma isolada e fragmentada não é suficiente para disseminar essa nova perspectiva de produção em todo o setor (KUZUCUOGLU; AYHAN; TOKDEMIR, 2019). Nesse sentido, o currículo elaborado deve levar em consideração o desenvolvimento e as características da indústria local, sendo atualizado periodicamente para acompanhar os avanços e inovações tecnológicas da Construção Civil, uma vez que a melhoria contínua é um princípio básico da filosofia *Lean* (ANTONY; ANANDH; SIDDHARTH, 2019; KUZUCUOGLU; AYHAN; TOKDEMIR, 2019).

A interação proporcionada por programas de capacitação pode beneficiar não só os estudantes e profissionais em treinamento, mas também as empresas de Construção Civil, que terão a oportunidade de aprender a partir de situações de inconformidade e melhorar suas práticas de gestão de conhecimento. Além de fortalecer a compreensão e aplicabilidade dos conceitos *Lean*, a análise e a reflexão acerca de problemas cotidianos das obras auxiliam na aprendizagem contínua da organização (LEHTOVAARA; SEPPÄNEN; PELTOKORPI, 2019).

Nesse sentido, para que os profissionais envolvidos nos processos de construção sejam capazes de identificar e compartilhar oportunidades de melhorias, é necessário um treinamento adequado, que desenvolva habilidades individuais que garantam a transferência e a disseminação do conhecimento obtido a partir das experiências desses profissionais (SAINI; ARIF; KULONDA, 2018).

Como formas de abordagem para capacitar profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction*, Antony, Anandh e Siddharth (2019) sugerem que sejam



adotadas metodologias ativas, tais como simulações, jogos, visitas técnicas e discussões em grupo, de modo a facilitar a aplicação prática dos conceitos.

De acordo com Hamzeh et al. (2017), os jogos podem contribuir para o aprimoramento da aprendizagem dos alunos de AEC, já que podem melhorar a experiência de aprendizagem e aumentar a compreensão dos conceitos do *Lean Construction* e suas aplicações no mundo real. Observa-se que a adoção de jogos de simulação como método de ensino aumenta o nível de satisfação dos alunos, já que facilita a aprendizagem e gera maior entusiasmo nos estudantes (HAMZEH et al., 2017).

González et al. (2015) consideram que a utilização de jogos pode apoiar a disseminação de conceitos *Lean* na indústria da Construção Civil. No entanto, esses autores ponderam que os jogos não devem ser simplistas demais, a ponto de impedir uma aprendizagem abrangente acerca dos princípios e ferramentas *Lean*, e, por outro lado, não devem ser também muito complexos, de modo que as simulações sejam muito difíceis de serem reproduzidas em ambientes universitários ou profissionais (GONZALES et al., 2015). Além disso, os jogos devem ser criteriosamente selecionados de acordo com os objetivos da capacitação, já que cada jogo aborda conceitos *Lean* distintos, em diferentes níveis de profundidade (HERRERA et al., 2019).

Considerando esses fatores, González et al. (2015) elaboraram o jogo LEBSO, que aborda a aplicação do *Last Planner System* (LPS) e dos princípios *Lean* no processo construtivo. O objetivo do jogo é realizar o gerenciamento e a execução de pequenas casas, que são construídas a partir de blocos de plástico que se encaixam uns nos outros. Em uma primeira rodada é utilizada uma abordagem tradicional para a realização das tarefas de montagem. Em seguida, são realizados os mesmos procedimentos de construção utilizando a abordagem *Lean* (GONZÁLES et al., 2015).

González et al. (2015) relatam que, após a aplicação do LEBSO com alunos de graduação e pós-graduação da área de Construção Civil, foi verificada uma melhoria média de 54,3% na compreensão dos princípios do *Lean Construction* e do LPS. De forma qualitativa, observou-se que a aplicação do LEBSO estimulou a interação e colaboração entre os participantes, contribuindo para que a experiência de aprendizagem fosse mais significativa e agregadora. Além disso, houve *feedback* positivo dos participantes, que consideraram o LEBSO como um método estruturado e eficaz para capacitar profissionais de AEC (GONZÁLES et al., 2015).



Ainda que a adoção de jogos para o ensino de conceitos do *Lean Construction* represente uma oportunidade para capacitação de profissionais e estudantes da AEC, deve-se levar em conta que o uso dessas ferramentas exige treinamento e recursos materiais para que sejam aplicadas adequadamente (HAMZEH et al., 2017). Além disso, nem todos os estudantes podem apresentar a mesma facilidade de compreensão ao serem empregados jogos no processo de ensino. Isso ocorre devido a preferências de aprendizagem dos próprios participantes ou até mesmo a limitações desse tipo de ferramenta. Dessa forma, é recomendável que nos programas de capacitação em *Lean Construction* sejam aplicadas metodologias variadas, de modo a atender aos diferentes tipos de aprendizagem e estimular as habilidades de comunicação e pensamento crítico dos estudantes (HAMZEH et al., 2017).

Kuzucuoglu, Ayhan e Tokdemir (2019) verificaram que especialistas em *Lean Construction* consideram que a utilização de jogos pode facilitar a compreensão dos conceitos *Lean*; entretanto, destacaram que a realização de atividades que visam à solução de problemas concretos de obras pode beneficiar ainda mais o entendimento das práticas do *Lean Construction*.

Wang et al. (2020) relatam que a ferramenta *Value Stream Mapping (VSM)*, que em português pode ser traduzida como Mapeamento do Fluxo de Valor, vem sendo cada vez mais utilizada para capacitar estudantes e profissionais de AEC. O VSM é uma ferramenta visual, que ilustra na forma de um fluxograma as atividades que agregam ou não valor que são realizadas para a obtenção de um produto que atenda às necessidades dos clientes. A capacitação em VSM, além de auxiliar na compreensão dos conceitos *Lean*, contribui para que os profissionais em treinamento utilizem a ferramenta para a busca de solução de problemas em situações cotidianas (WANG et al., 2020).

Levando em conta os benefícios relacionados à adoção do VSM em programas de qualificação, Wang et al. (2020) propuseram um treinamento para a capacitação de estudantes de engenharia em conceitos *Lean*, combinando VSM e realidade virtual. Esse treinamento se baseou em simular o processo de montagem de andaimes para realização de manutenção de elementos de uma indústria de gás. Verificou-se que os estudantes que receberam treinamento com a aplicação do VSM obtiveram uma produtividade 12% maior que aqueles que receberam instruções convencionais para execução das operações de montagem dos andaimes no ambiente virtual. Além do benefício produtivo, a utilização da ferramenta VSM contribuiu para a identificação de erros e para a redução de desperdícios no processo (WANG et al., 2020).



Embora Wang et al. (2020) tenham obtido bons resultados combinando VSM e realidade virtual, esses autores ressaltam que a capacitação foi realizada em um cenário simplificado, com estudantes com idades entre 20 e 22 anos. Na realidade das obras, a situação é bastante distinta, há profissionais de diversas idades, aptidões e culturas. Além disso, as precauções relacionadas à segurança e à ergonomia não foram consideradas no treinamento (WANG et al., 2020).

A utilização de realidade virtual para a capacitação de profissionais pode aumentar a motivação e o engajamento dos participantes, já que proporciona maior realismo na simulação das atividades de construção. Entretanto, é importante destacar que se trata de uma tecnologia de elevado custo, que envolve investimentos não só em equipamentos, mas também para o desenvolvimento de ambientes virtuais que simulem obras de construção. Esses fatores não inviabilizam o uso de realidade virtual, que deve ser reconhecida como uma importante ferramenta para a capacitação de profissionais de construção, mas demonstram que, até o presente momento, essa tecnologia ainda não está acessível à maior parte das instituições de ensino.

Analisando os estudos realizados por pesquisadores de diferentes localidades e contextos, é possível depreender que a realização de cursos de qualificação profissional é uma forma eficaz de capacitar estudantes e profissionais de AEC em conceitos do *Lean Construction*. Nesses cursos devem ser priorizadas metodologias ativas de aprendizagem, em detrimento de uma formação estritamente teórica e expositiva. As metodologias adotadas devem ser capazes de estimular a proatividade e o trabalho em equipe, gerar situações de tomadas de decisão e oferecer materiais relevantes aos estudantes (MORÁN, 2015).

Um outro aspecto importante para a capacitação de profissionais de AEC em *Lean Construction* é o estabelecimento de cooperação entre organizações profissionais e instituições de ensino e pesquisa. O compartilhamento de conhecimentos e experiências entre profissionais e acadêmicos do setor da Construção Civil pode contribuir para que ambos se beneficiem de inovações e melhores práticas do *Lean Construction*. Além disso, essa cooperação pode contribuir para a formação de profissionais mais qualificados, que atendam às demandas emergentes da Construção Civil.



CONCLUSÕES

Neste artigo, foram investigadas diferentes estratégias para a capacitação de profissionais de AEC em *Lean Construction*, sendo discutidas suas limitações e possibilidades.

Foi verificado que a capacitação de profissionais de AEC em *Lean Construction* pode ser realizada a partir da oferta de disciplinas específicas em cursos de graduação e pós-graduação em universidades ou por meio de ações de qualificação, treinamentos, *workshops* e palestras para profissionais de AEC.

A fim de promover uma aprendizagem significativa dos conceitos e aplicações do *Lean Construction*, podem ser empregados jogos, desafios, simulações, vídeos, estudos de caso, visitas técnicas ou, até mesmo, realidade virtual, caso a instituição ofertante possua acesso a essa tecnologia.

Além disso, nos programas de capacitação em *Lean Construction*, devem ser criadas oportunidades para que profissionais da indústria e da academia possam compartilhar conhecimentos e experiências, já que essa cooperação é fundamental para o desenvolvimento científico e disseminação da filosofia *Lean* na Construção Civil.

No que se refere à atuação profissional, a capacitação em *Lean Construction* pode contribuir para uma maior empregabilidade e para que os profissionais possam obter ganhos de produtividade, qualidade e segurança nas construções em que atuam.

Embora neste trabalho tenha sido analisado um portfólio de artigos relevantes e atualizados sobre o tema “Capacitação em *Lean Construction*”, não há como considerar que os resultados obtidos contemplam todas as abordagens possíveis e esgotam o estudo do assunto.

Espera-se que este artigo possa contribuir para o campo de conhecimento do tema e incentive a realização de outras pesquisas correlatas. Como sugestões, podem ser realizadas pesquisas que identifiquem os principais conteúdos que devem abordados para a capacitação de profissionais de AEC em *Lean Construction*. A partir disso, pode ser proposto um currículo de referência que englobe os conhecimentos, competências e habilidades necessárias para a atuação profissional em *Lean Construction*.



REFERÊNCIAS

- ALVES, T. C. L.; MILBERG, C.; WALSH, K. D. Exploring lean construction practice, research, and education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 5, p. 512-525, 2012.
- ANTONY, S.; ANANDH, K. S.; SIDDHARTH, B. An investigation into the evolution of lean construction, education in Indian industries and universities. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, v. 8, n. 6, p. 898-902, 2019.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, n. 4, p. 679-695, 2013.
- CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 6, p. 428-431, nov./dez. 2007.
- COSTA, J. L.; HAMZAGIC, M. Seleção de um portfólio bibliográfico relevante sobre capacitação em Lean Construction. **Anais... Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento**, 11, p. 1-20, Taubaté: UNITAU, 2022.
- DESCHAMPS, M.; BEUREN, I. M. Desperdícios de materiais diretos na construção civil. **Rev. Ciênc. Admin.**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 156-179, jan./jun. 2009
- GONZÁLEZ, V. A et al. Lean-based simulation game for construction management classrooms. **J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.**, v. 141, n. 4, 04015002, p. 1-11, 2015.
- HAMZEH, F. et al. Application of hands-on simulation games to improve classroom experience. **European Journal of Engineering Education**, v. 42, n. 5, p. 471-481, 2017.
- HERRERA, R. F. et al. Impact of game-based learning on understanding lean construction principles. **Sustainability**, v. 11, n. 19, 5294, p. 1-16, 2019.
- HOWELL, G. A. What is lean construction. In: Conference of the International Group for Lean Construction, 7., 1999, p. 1-10, Berkeley. **Anais... Berkeley: IGLC**, 1999.
- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report 72. Stanford: Stanford University, 1992.
- KOSKELA, L. et al. The foundations of lean construction. **Design and construction: Building in value**, v. 291, p. 211-226, 2002.
- KUZUCUOGLU, D.; AYHAN, B. U.; TOKDEMIR, O. B. Integrating lean construction into the civil engineering curriculum. **International Journal of Engineering Education**, v. 35, n. 6, p. 1787-1802, 2019.
- LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 59-78, 2012.
- LEHTOVAARA, J.; SEPPÄNEN, O.; PELTOKORPI, A. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/42557>. **Lean Construction Journal**, p. 64-75, 2019. Disponível: https://research.aalto.fi/files/40264284/LCJ_19_011.pdf. Acesso em: 22 ago. 2022.



- MATUSZAK, A. R. **Práticas lean construction**: investigação do ensino nos cursos de graduação em Engenharia Civil. 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - UTFPR, Pato Branco, 2020.
- MELO, M.; DESCHAMPS, F.; COSTA, S. E. G. Aplicação da construção enxuta - uma análise sistemática da literatura. **Journal of Lean Systems**, v. 2, n. 3, p. 02-21, 2017.
- MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania**: aproximações jovens. V. 2. Mídia Contemporâneas, Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015.
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, p. 2109-2135, 2015.
- PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ci.Inf.**, v. 46, n. 2, p. 161-187, 2017.
- SAINI, M.; ARIF, M.; KULONDA, D. J. Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes. **Construction Innovation**, v. 18, n. 1, p. 64-89, 2018.
- SINDUSCON/SP. Sindicato da Construção Civil de São Paulo. **Produtividade na Construção**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Economia - Fundação Getúlio Vargas, 2015, 36 p. Disponível em: http://www.sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2016/01/Produtividade_estudo.pdf. Acesso em: 11 mai. 2021.
- TASCA, J. E. et al. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. **Journal of European industrial training**, v. 34, n. 7, p. 631-655, 2010.
- WANG, P. et al. Adopting lean thinking in virtual reality-based personalized operation training using value stream mapping. **Automation in Construction**, v. 119, 103355, p. 1-14, 2020.