XII SIBRAGEC
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO
MACEIÓ - AL

TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA APLICAÇÃO DOS 11 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA: ESTUDO DE CASO[1]

AMORIM, Letícia Victória (1); TAVARES, Ingryd Capristano Pinto (2); ANGELIM, Vanessa Lira (3)

(1) Instituto Federal do Ceará, leticiamorimv@gmail.com, (2) Instituto Federal do Ceará, ingryd@ifce.edu.br (3) Instituto Federal do Ceará, angelim.vanessa@ifce.edu.br

RESUMO

A construção civil carece de estratégias que promovam o aumento da produtividade e a redução de desperdícios nos canteiros de obras, como a aplicação dos princípios da construção enxuta. O registro do uso de técnicas e ferramentas enxutas contribui para a criação de conhecimento em prol do desenvolvimento do setor da construção. Portanto, é relevante a busca e disseminação de boas práticas para a aplicação dos princípios da construção enxuta. Desse modo, o objetivo do trabalho foi coletar técnicas e ferramentas de aplicação dos 11 princípios da Construção Enxuta, por meio de um estudo de caso em uma obra localizada na cidade de Fortaleza-CE. Os resultados mostraram boas práticas na aplicação de todos os 11 princípios. Foram observadas a utilização de práticas amplamente difundidas na literatura, como também exemplos de práticas relevantes: utilização de tijolos cerâmicos previamente cortados em trinchos e com caixas elétricas chumbadas (princípio 5), uso da gestão visual (princípio 7), além de práticas que simplificam o processo executivo e promovem aumento da flexibilidade na execução do produto (princípio 6). Dessa forma, esse trabalho contribui para a maior disseminação da filosofia Lean, apresentando práticas que podem ser utilizadas por outras empresas do setor.

Palavras-chave: *Lean Construction, Canteiro de Obras, Gerenciamento de obras.*

ABSTRACT

Civil construction needs strategies that promote increased productivity and reduced waste at construction sites, such as applying the principles of lean construction. Recording the use of lean techniques and tools contributes to the creation of knowledge for the development of the construction sector. Therefore, the search and dissemination of good practices for the application of lean construction principles is relevant. Thus, the objective of the work was to collect techniques and tools for applying the 11 principles of Lean Construction, through a case study in a work located in the city of Fortaleza-CE. The results showed good practices in applying all 11 principles. The use of widely disseminated practices in the literature was observed, as well as examples of relevant practices: use of ceramic bricks previously cut in trenches and with leaded electrical boxes (principle 5), use of visual management (principle 7), in addition to practices that simplify the executive process and promote increased flexibility in product execution (principle 6). In this way, this work contributes to the greater dissemination of the Lean philosophy, presenting practices that can be used by other companies in the sector.

Keywords: *Lean Construction, Construction Site, Construction Management.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, segundo Saurin e Formoso (2006) é conhecida por ser um setor atrasado e com problemas, como baixo índice de produtividade e elevado desperdício de recursos. Nesse sentido, Singh e Kumar (2020) afirmam que a construção

[1] AMORIM, L. V.; TAVARES, I. C. P.; ANGELIM, V. L. Técnicas e ferramentas para aplicação dos 11 princípios da construção enxuta: estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/542. Acesso em: 2 out. 2021.

civil é uma indústria na qual os setores envolvidos necessitam buscar reduzir as atividades que não agregam valor e promover formas de melhorar a produtividade objetivando reduzir os atrasos e melhorar o desempenho dos canteiros de obras.

Segundo Tezel *et al*. (2020), a filosofia *Lean* propiciou maior produtividade em projetos de construção civil por meio de técnicas e conceitos que simplificam os processos, reduzem as etapas e organizam o ambiente. De acordo com o estudo de Tezel *et al.* (2018), as empresas precisam de objetivos orientados para implementação de ferramentas e processos *Lean.* Ademais, Aslam *et al.* (2020) defende que as construtoras devem conhecer os benefícios da introdução de ferramentas *Lean* para o sucesso dessas práticas na rotina de trabalho.

Esse cenário propicia o estudo de práticas do *Lean Construction* no gerenciamento das rotinas do canteiro de obras, já que como aponta, o relatório de Zancul *et al*. (2014), essa filosofia é uma estratégia para alavancar os níveis de produtividade e reduzir os desperdícios da construção civil. São 11 (onze) os princípios de aplicação da filosofia na construção civil, estabelecidos por Koskela (1992), enumerados a seguir:

Princípio 1: Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Princípio 2: Melhorar o valor do produto por meio das considerações

Princípio 3: Reduzir a variabilidade

Princípio 4: Reduzir o tempo de ciclo

Princípio 5: Simplificar e minimizar o número de passos e partes

Princípio 6: Aumentar a flexibilidade na execução do produto

Princípio 7: Aumentar a transparência dos processos

Princípio 8: Focar o controle no processo global

Princípio 9: Introduzir melhoria contínua dos processos

Princípio 10: Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões

Princípio 11: Referências de ponta (Benchmarking)

Zhang e Chenb (2016) afirmam que a geração de conhecimento de ferramentas enxutas pode aumentar a inovação das empresas de construção e as tornaram mais competitivas, por meio da resolução de problemas na produção, eliminação de desperdícios no sistema produtivo, favorecendo a redução de custo e melhoria da qualidade.

O registro do uso de ferramentas enxutas contribui para a criação de conhecimento em prol do desenvolvimento do setor da construção. Quando gerentes de obras implementam ferramentas enxutas, eles involuntariamente geram conhecimento. Portanto, é relevante a coleta e registro de novos conhecimentos para contribuir para um sistema de gestão do conhecimento mais holístico e eficiente no setor (ZHANG; CHENB, 2016).

Diante do exposto, é relevante a busca e disseminação de boas práticas para a aplicação desses princípios. Desse modo, o objetivo do trabalho foi coletar boas práticas na aplicação dos 11 princípios da Construção Enxuta.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada baseou-se em um estudo de caso em um empreendimento residencial padrão classe A/B, localizado em Fortaleza/CE, composto de duas torres residenciais constituídas por um pavimento térreo e 21 pavimentos tipo. Cada edificação, conta com quatro apartamentos por pavimento, totalizando 168 unidades.

A coleta de dados foi por meio de entrevista com duração de duas horas, na qual foi apresentado os 11 princípios pelo pesquisador e em seguida descrito pelo engenheiro da obra quais as práticas e ferramentas eram realizadas pela empresa na obra estudada para cada princípio.

Posteriormente, foi realizada visita ao canteiro da obra e efetuada observação direta não participante com durante três horas. O objetivo da visita ao canteiro foi evidenciar as práticas e ferramentas identificadas na entrevista com o engenheiro da obra. E por fim, a análise e discussão dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mostraram boas práticas na aplicação de todos os 11 princípios da construção enxuta, conforme apresentado no Quadro 1. Foram observadas a utilização de práticas amplamente difundidas na literatura, como as ferramentas essenciais do Sistema Toyota de Produção, o uso de *kanbans*[2] e programação visual utilizando o quadro *Heijunka Box*[3]. Como técnicas e ferramentas que exemplificam recomendações fundamentadas na literatura e contribuem para a literatura relacionada a esse tema.

Quadro 1 – Ferramentas e técnicas coletadas na aplicação dos 11 princípios da construção enxuta

Número da prática	Princípio	Conceitos e técnicas *lean* utilizados no estudo de caso	Evidências na literatura associada ao *Lean Construction*
1	Princípio 1	Uso de layout de canteiro de obras para cada fase da obra. As alterações do layout de canteiro são revisadas pelos engenheiros e pela direção da empresa, que avalia a quantidade de passos dos funcionários. Porém, não se utiliza softwares para simular as mudanças	Carvalho (2008)
2	Princípio 1	Em cada mudança de layout os materiais são posicionados para ficarem próximos da central de produção. Utilização de equipamentos que auxiliem nos transportes verticais de materiais	Carvalho (2008)
3	Princípio 2	Reuniões periódicas com os clientes internos para conversar sobre o andamento e as interrupções da obra	Zhang e Chenb (2016)
4	Princípio 2	Os operários são constantemente treinados sobre os serviços que devem realizar, com auxílio de fichas técnicas.	Zhang e Chenb (2016)
5	Princípio 2	Bonificação financeira por produtividade com o intuito de evitar a procrastinação, todavia, não existe um programa de aperfeiçoamento profissional	Dorini (2017)
6	Princípio 3	Os procedimentos executivos são padronizados e afixadas na parede no setor de engenharia e aumentar a padronização na execução	Zhang e Chenb (2016); Singh e Kumar (2020)
7	Princípio 3	Acompanhamento e inspeção por parte dos encarregados e dos engenheiros dos serviços no canteiro de obras. Durante a inspeção das atividades, existe um checklist de verificação	Zhang e Chenb (2016)
8	Princípio 3	Os engenheiros encarregados pela obra não possuem metas ou programas de mecanização do canteiro de obras. Porém, os engenheiros procuram alternativas de mecanização por iniciativa própria, buscando otimizar a produção e o orçamento	Franklin Junior e Amaral (2008)
9	Princípio 4	Utilização de *kanbans* e programação visual utilizando o *Heijunka Box*, para todos os serviços, que corrobora para redução do tempo de espera e, consequentemente, a redução do tempo de ciclo	Xing *et al*. (2021); Singh e Kumar (2020)
10	Princípio 4	Uso do planejamento na ferramenta Linha de Balanço, para que as atividades sejam realizadas de forma paralela dentro do canteiro	Formoso (2000)

[2] Um *Kanban* ("etiqueta"), segundo Liker (2005) é um instrumento para controlar os estoques e sinalizar as necessidades de produção, por meio de etiquetas visuais.

[3] O *Heijunka Box* refere-se ao controle da produção por meio da combinação de produtos, é importante porque organiza o volume total de pedidos em um período (LIKER, 2005).

11	Princípio 4	Acompanhamento e controle do tempo de ciclo das atividades e análise da causa em caso de não atendimento	Kurek *et al.* (2013)
12	Princípio 5	Ferragem utilizada na estrutura já é entregue cortada, dobrada e com seu local de utilização definido, seguindo o projeto estrutural, eliminando atividades de corte e de dobra na obra.	Kurek *et al.* (2013)
13	Princípio 5	Uso de kits de instalação elétrica e hidráulica para cada pavimento. Previamente, são feitos cortes nos tijolos com a colocação das caixas de passagens de instalações, em uma central de trincho seguindo projeto de alvenaria	Carvalho (2008)
14	Princípio 5	Uso de argamassa estabilizada para os serviços de alvenaria e acabamentos internos	Formoso (2000)
15	Princípio 6	Alternativas de modificação das plantas baixas dos apartamentos para os clientes externos. Para isso, utiliza-se paredes de gesso para as paredes internas, facilitando o manuseio da mão de obra e possibilitando mudanças sem onerar os custos e sem afetar a estrutura. Para otimização das mudanças, os projetos dos clientes devem ser passados com antecedência para o canteiro	Kurek *et al.* (2013)
16	Princípio 6	A multifuncionalidade dos operários, por exemplo, o pedreiro executa a elevação da alvenaria e também executa a instalação elétrica na parede, utilizando os blocos previamente cortados com caixas elétricas chumbadas conforme projeto de alvenaria, não existindo cortes na alvenaria nos pavimentos de trabalho	Formoso (2000)
17	Princípio 7	Os caminhos internos do canteiro são limpos para a devida passagem de operários e visitantes	Formoso (2000)
18	Princípio 7	Organização dos materiais no canteiro de obras, com depósito adequado e identificação	Singh e Kumar (2020)
19	Princípio 7	As ações das reuniões semanais realizadas com a equipe de gestão ficam disponíveis em quadro nas paredes	Zhang e Chenb (2016); Singh e Kumar (2020)
20	Princípio 7	Durante a obra, a comunicação entre os operários do canteiro e os engenheiros é realizada por rádio, por ser mais rápida e evitar erros durante o repasse de informações	Carvalho (2008)
21	Princípio 8	Utilização da ferramenta *Last Planner* para realizar o planejamento de longo, médio e curto prazo	Xing *et al*. (2021)
22	Princípio 8	Os engenheiros medem a produtividade dos operários da obra, por meio de indicadores como Taxa de não conformidades e Produção por colaboradores. Somado a isso, eles contam com o apoio de um software para acompanhar a linha de balanço e avaliar se a produtividade dos operários está de acordo com o planejado	Arantes (2008)
23	Princípio 9	Reuniões realizadas com a equipe de operários em conjunto com a equipe de engenharia, com o intuito de redesenhar e melhorar os processos	Xing *et al*. (2021)
24	Princípio 9	A maioria dos funcionários são ativos na geração de ideias e revisão de processos	Xing *et al*. (2021)
25	Princípio 9	Realização de registro de lições aprendidas por obras em documento compartilhado em toda a empresa, para assim, promover a melhoria contínua	Zhang e Chenb (2016)
26	Princípio 10	Inovações tecnológicas de sistemas construtivos que se adaptem às suas obras, com intuito de que essas tecnologias sigam a otimização dos fluxos	Formoso (2000)
27	Princípio 10	O setor de suprimentos realiza as compras e entregas da obra, juntamente com as orientações dos engenheiros da obra e do setor de planejamento. Dessa forma, quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão, os fluxos de pessoas e de materiais acompanham a melhoria do desempenho alinhado com o planejamento e com o suprimento	Formoso (2000)
28	Princípio 11	Visitas em canteiros de diferentes empresas, palestras periódicas com especialistas em determinadas áreas construtivas, visitas a novos processos construtivos e consultoria constante de diversos especialistas.	Kurek *et al.* (2013)

29	Princípio 11	Os engenheiros buscam, geralmente, encontrar os pontos fracos passíveis de melhorias por intermédio das reuniões citadas no princípio 9 - Estabelecer a melhoria contínua	Zhang e Chenb (2016)
30	Princípio 11	A engenharia consegue adaptar as boas práticas, porém o processo é mais fácil quando engloba uma equipe menor, se for preciso estender para os outros setores, é necessário intervenção de um orçamento mais estruturado	Zhang e Chenb (2016)
31	Princípio 11	Nas reuniões do princípio 9, também existem o compartilhamento de boas práticas, caracterizando como benchmarking interno	Zhang e Chenb (2016)

Fonte: Os autores (2021)

Carvalho (2008) menciona em seu trabalho a importância do uso de produtos pré-fabricados ou utilização de kits de instalação sempre que possível. No estudo de caso realizado, foi evidenciado prática relevante que exemplifica essa ação, como a de número 13 do Quadro 1.

Essa prática trata da utilização de tijolos cerâmicos previamente cortados em trinchos e com caixas elétricas chumbadas (Figura 1), separados em kits com a quantidade exata para cada pavimento conforme projeto de alvenaria (Figura 2).

Essa prática simplifica os números de passos e partes (princípio 5) do processo executivo e promove aumento da flexibilidade na execução do produto por parte da função pedreiro (princípio 6), pois o pedreiro está apto a executar não somente a elevação da alvenaria, como também as instalações elétricas embutidas (prática 16 do Quadro 1), sem gerar cortes de tijolos no local de produção, diminuindo assim etapas do processo executivo, além de eliminar a geração de resíduos nos locais de produção.

Figura 1 – Blocos previamente cortados e com caixas elétricas chumbadas na central de trinchos



Fonte: Acervo da construtora do estudo de caso (2021)

Figura 2 – Detalhe dos trinchos de tijolos, adequado ao projeto de instalações

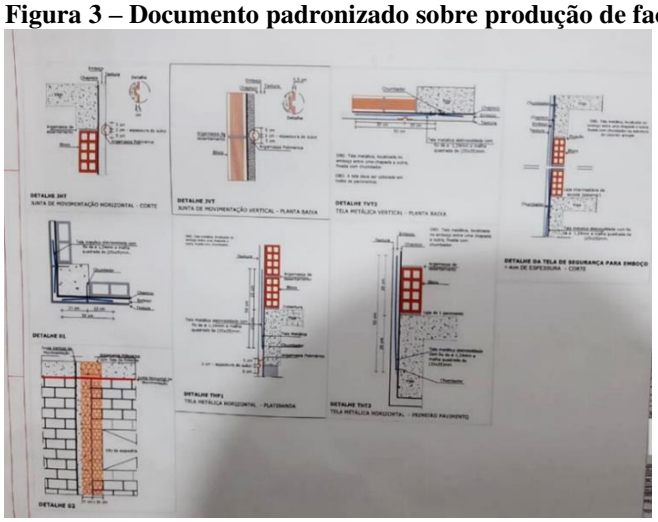


Fonte: Acervo da construtora do estudo de caso (2021)

Zhang e Chenb (2016) e Singh e Kumar (2020) ressaltam a importância do gerenciamento visual na implantação da construção enxuta para promover conhecimento integrado na obra. Técnicas e ferramentas foram identificadas nesse sentindo, como a prática de número 9 do Quadro 1, relacionada ao princípio 3.

Foi evidenciado que os procedimentos executivos na obra eram padronizados e afixados na parede no setor de engenharia a fim de aumentar padronização do processo durante a execução. Foi registrado na obra a utilização de processos e detalhes executivos padronizados, como o exemplo da Figura 3, detalhe da execução em fachada, disponível no local de produção.

Figura 3 – Documento padronizado sobre produção de fachada



Fonte: Acervo da construtora do estudo de caso (2021)

Outro exemplo de uso da gestão visual foi a prática 19 do Quadro 1, relacionada ao princípio 7, aumento da transparência dos processos. Foi evidenciado que as providências e ações, resultado das reuniões da engenharia, eram colocadas no quadro de responsabilidades (Figura 4), afixado na parede da sala de engenharia.

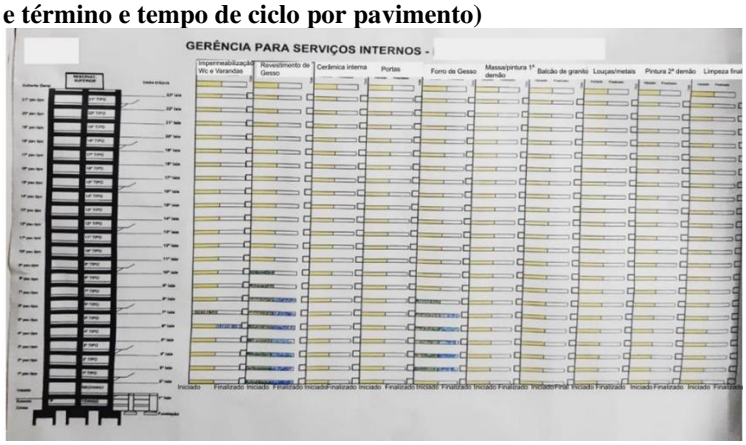
Figura 4 – Quadro de responsabilidades com ações da reunião da engenharia



Fonte: Acervo da construtora do estudo de caso (2021)

Também eram usados quadro na parede para preenchido com as datas de início e término e tempo de ciclo por pavimento (Figura 5) para o acompanhamento da execução dos serviços. Segundo Singh e Kumar (2020), a gestão visual torna a gestão mais transparente, porque as informações são visualizadas por todas as partes interessadas e, consequentemente, propicia a autogestão.

Figura 5 – Acompanhamento da execução dos serviços na parede (preenchimento das datas de início e término e tempo de ciclo por pavimento)



Fonte: Acervo da construtora do estudo de caso (2021)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo atende ao seu objetivo, pois coletou técnicas e ferramentas para a aplicação dos princípios da construção enxuta, contribuindo para o registro do uso de ferramentas enxutas, gerando conhecimento em prol do desenvolvimento do setor da construção.

Os resultados mostraram técnicas que contribuem na aplicação de todos os 11 princípios, que simplificam os processos, reduzem as etapas e organizam o ambiente. Dessa forma, foram observadas a utilização de práticas amplamente difundidas na literatura, como também práticas relevantes, como a utilização de tijolos cerâmicos previamente cortados em trinchos e com caixas elétricas chumbadas, que contribuem para o sucesso do princípio 5. Além de técnicas que simplificam o processo executivo e promovem aumento da flexibilidade na execução do produto por parte da função pedreiro (princípio 6), aumento da transparência dos processos (princípio 7) como acompanhamento por meio da gestão visual, entre outros.

Como sugestão de futuros trabalhos, sugere-se estudo para comparar ferramentas e técnicas que contribuem para a aplicação dos princípios do *Lean Construction* em construtoras de diferentes portes.

Por fim, pode-se concluir que esse trabalho contribui para a maior disseminação da filosofia *lean*, apresentando práticas que podem ser utilizadas por outras empresas do setor.

REFERÊNCIAS

ARANTES, P. C. F. G. ***Lean Construction* – filosofia e metodologias Mestrado Integrado em Engenharia Civil.** 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

ASLAM *et al*. Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction. **Journal of Cleaner Production.** v. 277. Dec. 2020.

CARVALHO, B.S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.** 2008. 141f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DORINI, A.O. **Motivação no ambiente de trabalho: estudo de caso em uma empresa da área da construção civil**. 2017. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de

Especialização em Gerenciamento de Obras) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

FORMOSO, T.C. ***Lean Construction*: Princípios Básicos e Exemplos**, 2000. 12f. Relatório Técnico. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

FRANKLIN JUNIOR, I.; AMARAL, T.G.; Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. **Ciência et Praxis.** v. 1, n. 2, p. 11-16, Julho 2008.

KOSKELA, L. ***Application of the new production philosophy to construction***, 1992. 81f. Technical report No. 72, Stanford Universtity, Stanford.

Kurek *et al*. Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora. **Revista de Arquitetura da IMED**. v. 2, n.1, p. 20-36. 2013

LIKER, J.K**. O Modelo Toyota - 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Editora: Bookman, 2005. 320p.

SAURIN, T.A; FORMOSO, C.T. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. **Recomendações Técnicas HABITARE**. v. 3. 2006

SINGH. S; KUMAR, K. Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). **Ain Shams Engineering Journal.** v.11, n.2, p.465-471, June 2020.

Tezel *et al*. Current condition and future directions for lean construction in highways projects: A small and medium-sized enterprises (SMEs) perspective**. International Journal of Project Management.** v. 36, n. 2, p. 267-286, February 2018.

Tezel *et al*. Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: a systematic literature review. **Canadian Journal of Civil Engineering**. v. 47, n.2, p. 186-201, 2020.

XING. W *et al***.** Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou, China. **Journal of Cleaner Production.** v. 286, March 2021.

ZANCUL, E. *et al***. Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no Brasil**, 2014. 12f. Relatório Técnico, Ernst & Young, São Paulo.

ZHANG, L.; CHENB, X. Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction. **Engenharia Procedia**. v.145, p.1267-1274, 2016.