ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Aplicação da filosofia Lean Construction: um estudo centrado na percepção das partes interessadas

Application of the Lean Construction philosophy: a study focused on stakeholder perception

José Nivaldo Santiago de Arruda
Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | nivaldojuniorarruda@gmail.com
Ruan Samuel Chaves de Oliveira
Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | rsca@poli.br
Aline Figueirêdo da Nóbrega
Universidade Federal de Campina Grande | Campina Grande | Brasil | alinrfnobrega@hotmail.com
Adolpho Guido de Araújo
Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco | Recife | Brasil | aguia@poli.br

Resumo

A indústria da construção civil apresenta posição de destaque no mercado brasileiro. O objetivo desta pesquisa foi aplicar a filosofia Lean construction em uma obra de construção investigando a satisfação dos stakeholders. A metodologia foi composta por uma pesquisa descritiva aplicada a um estudo de caso com abordagem quali-quanti, assim dividido: por uma revisão da literatura, pela aplicação da filosofia Lean Construction e por uma investigação da satisfação através dos questionários. Os resultados foram apresentados em dois eixos, a saber: aplicação do Lean Construction na obra através da implementação dos princípios: kanban, heijunka, andon, kaizen e gerenciamento visual, e posteriormente foram aplicados questionários que apresentaram 87% de satisfação com o uso da filosofia, obtendo uma média geral de 4,35 pontos e um desvio padrão de 0,66. Desta forma, o estudo mostrou que a aplicação da filosofia Lean Construction obteve satisfação das partes interessadas, demonstrado uma evolução da indústria da construção na aceitação de boas práticas.

Palavras-chave: Construção civil. Gerenciamento de Obras. Fluxo de Trabalho. Construção Enxuta.

Abstract

The construction industry has a prominent position in the Brazilian market. The objective of this research was to apply the Lean construction philosophy to a construction project, investigating stakeholder satisfaction. The methodology was composed of descriptive research added to a case study with a qualitative-quanti approach divided: a literature review, the application of the Lean Construction philosophy and an investigation of satisfaction through a questionnaire. The results were subdivided by the application of Lean Construction in the work through the implementation of the systems: kanban, heijunka, andon, kaizen and visual management, and

Como citar:

ARRUDA, J.; OLIVEIRA, R.; NÓBREGA, A.; ARAÚJO, A. Aplicação da filosofia Lean Construction: um estudo centrado na percepção das partes interessadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

subsequently by the application of questionnaires, showing 87% satisfaction with the use of the philosophy, with an overall average of 4 .35 points, standard deviation of 0.66 points. In this way, the study showed that the application of the Lean Construction philosophy obtained satisfaction from interested parties, demonstrating an evolution of the construction industry in the acceptance of good practices.

Keywords: Civil construction. Construction Management. Workflow. Lean Construction.

INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX, a gestão na construção civil passou por uma evolução significativa impulsionada pela necessidade de eliminar desperdícios, reduzir custos e melhorar a qualidade dos projetos para atender às demandas dos clientes [1]. Esse contexto histórico foi marcado pelo pós-Segunda Guerra Mundial, quando o Japão, enfrentando escassez de recursos materiais e financeiros, deu origem aos estudos sobre Produção Enxuta, que posteriormente influenciaram o surgimento da filosofia Lean Construction (LC) [2][3].

A filosofia Lean Construction, introduzida na indústria da construção civil nos anos 1990, baseou-se nos princípios do Sistema Toyota de Produção, visando minimizar desperdícios e otimizar o fluxo de trabalho por meio de uma gestão logística e planejamento adequados [4]. Essa abordagem revolucionária foi uma resposta aos desafios enfrentados pelo setor, como aumento de desperdícios, quebra de fluxo de trabalho e falta de eficiência logística e de planejamento [5].

Uma abordagem multidimensional que buscou a minimização de desperdícios em diversos aspectos, como materiais, tempo e mão de obra e gerou o máximo valor [6]. Nesse sentido, a integração das ideologias "lean" e "agile" impulsionou melhorias nas condições de gestão na construção civil, promovendo a redução de resíduos e defendendo a melhoria contínua da qualidade [5]. Os gestores tiveram que possuir habilidades multidisciplinares, incluindo conhecimentos técnicos, experiência em gestão de equipe e capacidade de comunicação eficaz [7].

O presente estudo teve como objetivo aplicar a filosofia Lean construction investigando a satisfação do stakeholders na obra. Este artigo foi estruturado em 5 partes: uma breve introdução, em seguida um referencial teórico sobre Lean Constructuion na construção civil, posteriormente foi apresentada a metodologia de pesquisa. Na quarta etapa foram demonstrados os resultados e discussão em confronto com a literatura e, por fim, a última parte foi a conclusão.

REFERENCIAL TEÓRICO

Foi realizada uma sequência descritiva para relacionar os objetivos da pesquisa com a aplicação do Lean Construction e suas ramificações, sendo este tópico composto por quatro itens: Práticas da filosofia, Lean Construction, Princípios da Lean Construction e Desafios de implantação.

PRÁTICAS DA FILOSOFIA

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi desenvolvido com o objetivo de eliminar desperdícios e otimizar o processo de conversão de materiais em produtos finais, sendo amplamente reconhecido como um modelo de gestão inovador [8][3][9]. Globalmente, a Toyota estabeleceu-se como referência em diversos setores industriais, incluindo a Construção Civil, devido à eficiência de seu sistema [1][2].

Entre as práticas centrais do STP, o Just in Time (JIT) destaca-se por promover uma produção puxada, onde cada processo antecedente produz apenas o necessário para o subsequente, assegurando uma integração contínua [10]. Além disso, o Jidoka introduz a automação com toque humano, garantindo a qualidade ao interromper a produção para corrigir defeitos, o que reduziu significativamente erros e paradas de máquinas na Toyota [11][12].

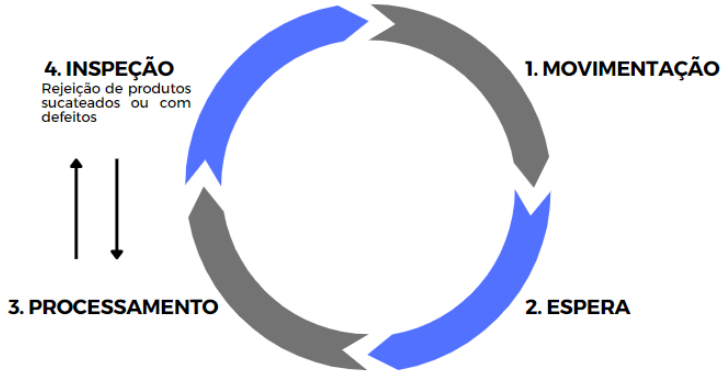
Outras práticas incluem o Kaizen, que incentiva a melhoria contínua [13], e o Heijunka, que nivela a produção para manter um fluxo constante [8]. O sistema de controle visual Andon permite identificar e resolver problemas de forma ágil através de sinalizações visuais na área de produção [1][14]. A filosofia Lean Thinking complementa o STP com cinco princípios essenciais voltados a eliminação de desperdícios e a busca pela perfeição: valor, cadeia de valor, fluxo contínuo, sistema puxado e perfeição [15][3].

LEAN CONSTRUCTION

A filosofia Lean Construction, traduzida como Construção Enxuta, ganhou evidência a partir da década de 1990, quando o estudioso finlandês, Lauri Koskela, publicou sua primeira obra descrevendo a prática e as aplicações da nova filosofia de produção na indústria da construção civil [4], a partir de onze princípios.

A Lean Construction traz como mudança conceitual um modelo de processos que considera as atividades de fluxo (transporte, espera, inspeção e atividades que não agregam valor ao produto final) como sendo inerentes ao processo de produção, além das atividades do citado processo de conversão figura 1, que consistiu na transformação de insumos em produtos intermediários ou final [14]. O trabalho de [4] defendeu que na construção civil, a conceituação de produção deve ser baseada no processo de conversão, como visto em linhas de produção.

Figura 1 - Produção como um processo de fluxo



Fonte: Os Autores, adaptado de Koskela (1992).

Quando se trata de Construção Enxuta, deve-se considerar a mesma como uma condição única e características específicas [16]. A filosofia foi originada dos princípios de manufatura executados pelo Sistema Toyota de Produção, mas com práticas diferentes [17]. A Lean Construction apresentou vantagens em relação à construção tradicional (mão de obra, uso dos insumos, produção, fluxo de trabalho, sem necessariamente exigir mais esforço da mão de obra ou aumentar os custos dos produtos, elevando a competitividade entre as empresas do setor [18].

PRINCÍPIOS DA LEAN CONSTRUCTION

O trabalho de [4] propôs foi a difusão de onze princípios da filosofia lean aplicada à indústria da construção civil. São eles:

1) Redução da parcela de atividades que não agregaram valor, como desperdícios ligados à superprodução, maior tempo de espera, transportes inadequados, movimentações desnecessárias, excesso de estoque, entre outros;

2) Aumento do valor da produção por meio da consideração sistemática dos requisitos do cliente foi transmitidos à concepção do produto e gestão dos processos;

3) Redução da variabilidade, buscando padronização dos processos construtivos e produtos uniformes, com qualidade elevada e que satisfaça as solicitações dos clientes;

4) Redução do tempo de ciclo: comprimir o tempo de ciclo, o que força a redução do tempo de inspeção, movimentação e espera, trazendo benefícios como entrega mais rápida ao cliente, diminuição da interrupção do processo de produção devido a pedidos de alteração, entre outros;

5) Simplificação por meio da minimização do número de etapas de um processo;

6) Aumento da flexibilidade de saída, por meio da capacidade de redefinir e personalizar um produto para gerar valor junto ao cliente, satisfazendo as suas exigências, mas sem comprometer o planejamento;

7) Aumento da transparência do processo, fazendo com que as informações estejam mais acessíveis e de fácil visualização;

8) Concentração no controle do processo completo;

9) Incorporação da melhoria contínua ao processo;

10) Equilíbrio entre a melhoria do fluxo com a melhoria da conversão;

11) Benchmarking: troca de experiências entre os diferentes setores da obra, com a finalidade de se atingir o mais alto nível de qualidade.

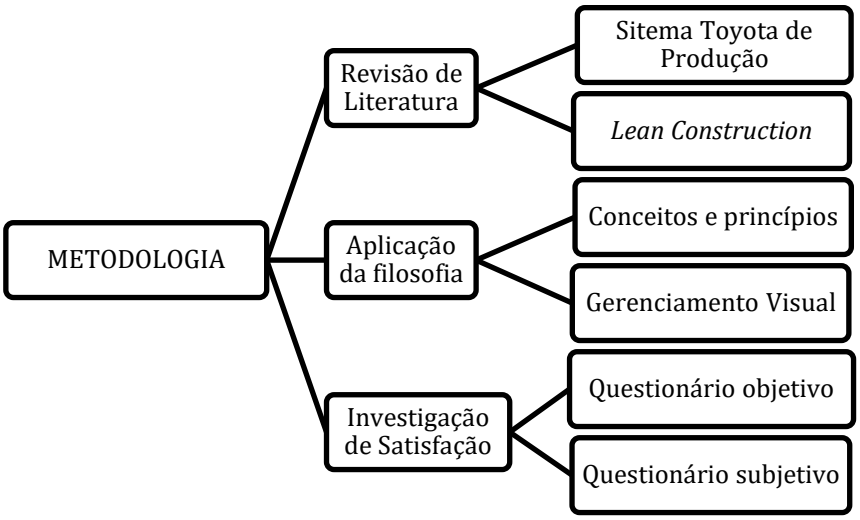
DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO

A principal dificuldade para a aplicação do conceito lean consistiu na falta de integração das práticas criativas e da qualidade [17]. Um obstáculo na implementação de medidas da filosofia lean na indústria da construção civil foi o grau de complexidade e especificidade da indústria da construção [19]. Outro gargalo foi a consciência dos colaboradores junto as tarefas previamente planejadas em cronograma, modificando estrategicamente o fluxo de materiais e equipes [20]. A Lean Constuction trouxe um melhor fluxo de informações, materiais e trabalhos, evitando perdas nas etapas dos processos de produções das obras [21].

METODOLOGIA

A metodologia do estudo partiu de uma pesquisa descritiva aplicada a um estudo de caso com uma abordagem quali-quanti composta por três etapas, a saber: revisão da literatura, aplicação da filosofia e investigação da satisfação (Figura 2):

Figura 2 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Os autores.

REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura foi realizada a partir de pesquisas acerca do tema Construção Enxuta e Sistema Toyota de Produção. Os artigos, livros, dissertações e teses utilizados foram encontrados na base de dados do Google Acadêmico, contemplando o período de 1992 a 2021. Nas pesquisas, filtrou-se publicações em diversos idiomas, mas foram selecionadas publicações em português e inglês. O recrutamento final dos documentos desta pesquisa resultou em onze artigos, sete livros, duas dissertações e duas teses que apresentaram relações diretas com os temas: sistema toyota e lean construction na construção civil..

APLICAÇÃO DA FILOSOFIA

A filosofia Lean Construction foi implementada na obra de forma estruturada em duas etapas distintas. A primeira etapa concentrou-se na aplicação dos conceitos e princípios de forma prática: Kkanban, heijunka, andon e kaizen. Foram também estabelecidas a política do sistema de gestão integrada e os procedimentos de execução dos serviços. Na segunda etapa foi destinada ao gerenciamento visual, com a criação de quadros de responsabilidades, cronogramas da obra, quadros de metas e quadros de baixa semanal, fortalecendo o monitoramento e a comunicação visual do andamento e dos desafios da obra.

INVESTIGAÇÃO DA SATISFAÇÃO

Foram aplicados questionários via Google Forms, em ato contínuo uma análise das informações fornecidas pela empresa. Os questionários focaram nos princípios da filosofia aplicada na obra. Foi estabelecido uma escala Likert de cinco pontos para nove questões objetivas visando a mensuração dos dados quantitativos e calculando as médias e os desvios padrões das respostas.

Por fim, foram aplicadas seis perguntas subjetivas (abertas), que serviram para analisar e obter respostas sem indução, com pensamentos livres e originais, que representaram as opiniões dos respondentes frente ao assunto com o intuito da obtenção de dados qualitativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico foi dividido em quatro subtópicos, com a seguinte disposição: caracterização do estudo, racionalização e logística do canteiro de obra, conceitos do sistema toyota aplicados na obra e resultados da aplicação dos questionários.

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

A obra analisada para o estudo faz parte de uma empresa presente no mercado imobiliário desde 1983, com sede em Recife. O quadro 1 a seguir resume as informações relacionadas a obra em estudo.

Quadro 1 – Caracterização da Obra

Início/Término da Obra	Agosto-2020/ Junho-2023	
Cidade-Estado/Bairro	Recife – PE/Torre	
Estágio atual/Padrão	Acabamento/Alto Padrão	
Área Construída/Privativa	13.387,93m² / 123m²	
Nº de pavimentos/aptos	39 lajes/02 aptos por andar (Total de 70 apartamentos)	
Configuração dos aptos	04 quartos, sendo 01 suíte e 01 suíte master; WC social; Cozinha; WC serviço; Área de serviço; Despensa e varanda gourmet	

Área comum	Garagem, hall social, piscina, sala de jogos, bicicletário, brinquedoteca, espaço fitness, salão de festas e zeladoria
Nº de funcionários	86

Fonte: Os autores.

RACIONALIZAÇÃO E LOGÍSTICA DO CANTEIRO DE OBRA

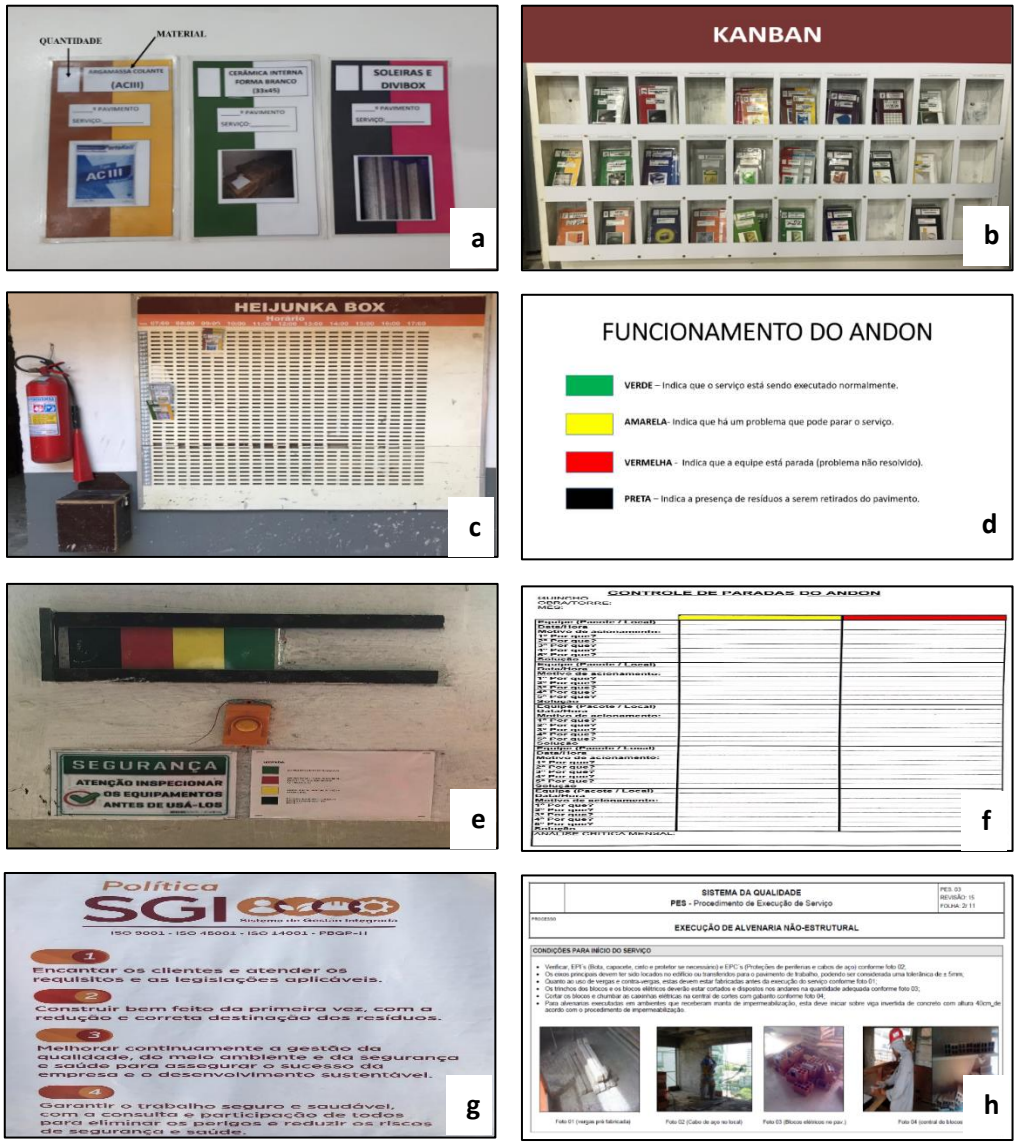
No Edifício Alfa foi definido um layout de canteiro de forma racionalizada. Foi definido o melhor local para a entrada de material, sua estocagem e transporte até a frente de produção (elevador cremalheira). Esse foi um ponto fundamental para melhorar a logistica das atividades, influenciando diretamente na produtividade das tarefas.

CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO APLICADOS NO CANTEIRO NA OBRA

A aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) no canteiro de obras do Edifício Alfa representou um esforço significativo na busca pela eficiência e qualidade na construção civil. Respaldado por [2][3], que afirmaram os conceitos do sistema Toyota de produção teve o objetivo de eliminar desperdícios por meio da redução de atividades que não agregaram valor ao produto final.

A figura 3 apresenta a aplicação do Lean Construction com a utilização do Kanban, Heijunka Box, Andon, Jidoka e Kaisen, onde forneceu aspectos positivos no desempenho da obra. Corroborando com [3] que identificou as vantagens da filosofia na redução de estoques, identificação dos problemas e melhoria da sequencia das atividades, impactando positivamente a produtividade dos operários.

Figura 3 – Aplicação da filosofia Lean Construction na Obra.



Nota: (a) Kanban; (b) Estoque Kanban na Obra; (c) Heijunka Box; (d) Legenda do Andon; (e) Fatias de cores do Andon; (f) Controle de Paradas do Andon; (g) Política do Sistema de Gestão Integrada (Kaizen); (h) Procedimento de Execução do Serviço (Kaizen). Fonte: Os autores.

O Quadro 2 apresenta os resultados de aplicação de cada ferramenta da filosofia Lean Construction utilizada na obra.

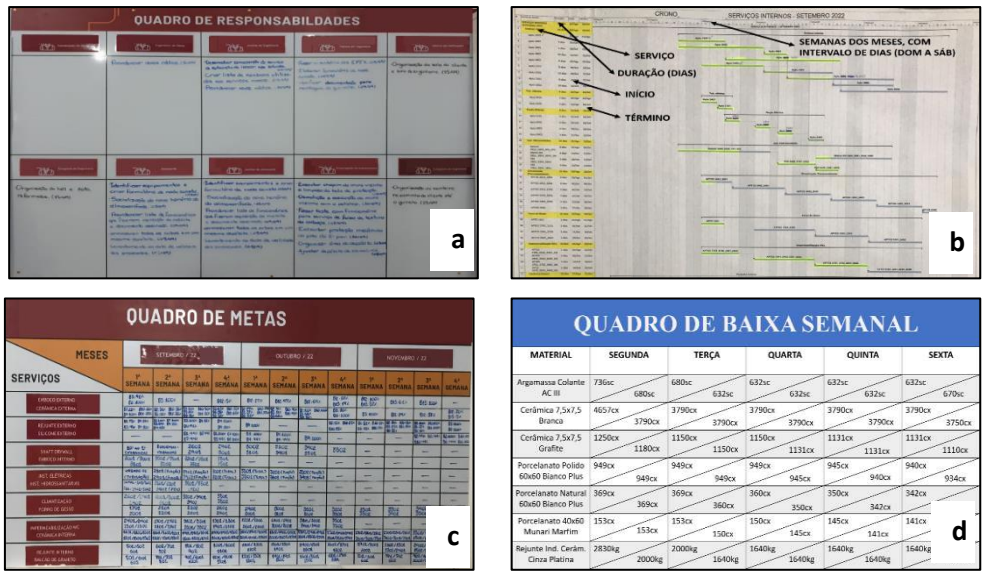
Quadro 2 – Aplicação do Sistema Toyota de Produção no canteiro do Edifício Alfa

TIPO	DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO	ANÁLISE CRÍTICA
Kanban	Sistema para controle de produção e estoque.	No Almocharifado e com os colaboradores da obra do Edifício Alfa.	Na obra do Edifício Alfa, o conceito de Kanban foi aplicado com sucesso para o controle de produção e estoque. Isso está alinhado com a teoria, que enfatiza a importância do Kanban para reduzir desperdícios e otimizar o fluxo de trabalho [1].
Heijunka Box	Organização diária de solicitação de materiais.	O heijunka box foi utilizado para programar materiais a rotina de produção, prevendo o que será gasto no dia.	O Heijunka Box também foi implementado na obra, contribuindo para nivelar a produção e garantir um fluxo contínuo de trabalho. A programação nivelada permitiu uma melhor utilização dos recursos disponíveis e reduziu o tempo de espera entre as atividades, o que está em conformidade com a teoria do Heijunka [8].
Andon	Sistema de sinalização para indicar problemas e necessidade.	Nas equipes de trabalho da obra no Edifício Alfa.	Quanto ao Andon, o sistema de sinalização visual foi adotado nas frentes de serviço para destacar problemas e facilitar a identificação e resolução rápida de falhas. Isso reflete a prática do Jidoka, que enfatiza a importância de detectar e corrigir defeitos imediatamente para garantir a qualidade do produto final [11].
Jidoka	Sistema para detecção e solução de problemas.	Utilizado para programação de materiais e controle de estoque.	Quanto ao Jidoka, a prática de automação com toque humano foi evidenciada na obra, onde os trabalhadores foram capacitados para detectar e corrigir defeitos. Isso contribuiu para a garantia da qualidade do trabalho e para a redução de desperdícios, conforme preconizado pela teoria do Jidoka [11].
Kaizen	Processo de melhoria contínua e eliminação de desperdícios.	Junto aos colaboradores da obra no Edifício Alfa.	A aplicação do conceito de Kaizen na obra, com iniciativas de melhoria contínua foi implementado. Promoveu a busca constante por melhorias em todos os aspectos do processo de produção [13].
Gerências visuais	Utilização de elementos visuais para melhorar a compreensão e controle.	Nas áreas de circulação das equipes da obra do Edifício Alfa.	A utilização de gerências visuais na forma de painéis, quadros e placas na obra facilitou a comunicação e o controle dos processos. A importância da gestão visual na identificação rápida de problemas e na promoção de uma cultura de transparência e melhoria contínua [15].

Fonte: Os autores

A gerência visual foi adotada na obra do Edifício Alfa como uma técnica para fazer com que a situação atual dos processos seja rápida e facilmente compreendida pelos integrantes da obra (Figura 4). Confirmado por [1] que declarou quadros visíveis a todos na área fabril facilita o entendimento e apropriação de problemas, agilizando o plano de ataque.

Figura 4 – Gerenciamento visual da filosofia Lean Construction na Obra.



Nota: (a) Quadro de Responsabilidade; (b) Cronograma da Obra; (c) Quadro de Metas; (d) Quadro de Baixa Semanal. Fonte: Os autores.

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

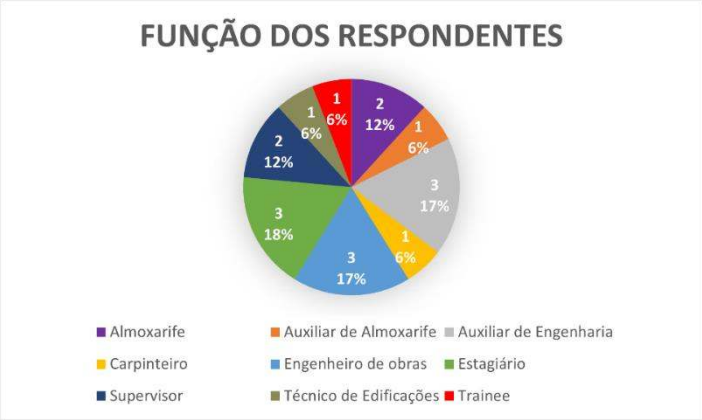
O questionário aplicado foi majoritariamente respondido por integrantes da equipe administrativa da empresa, obtendo-se um total de 17 respostas (Figura 5).

Figura 5 – QR Code – Questionário Respondido

Fonte: Os autores.

A figura 6, apresenta um gráfico da composição gravimétrica com a função, a quantidade e o percentual de respondentes.

Figura 6 - Gráfico resumo dos respondentes



Fonte: Os autores.

Na tabela 1 abaixo, estão descritos os resultados das questões objetivas quanto à satisfação e concordância acerca dos benefícios do Sistema Toyota de Produção no que tange à melhoria de produtividade. A média geral das questões foi de 4,35 dos 5 pontos possíveis, representando uma satisfação de 87% no que se refere aos benefícios do Sistema Toyota para uma melhor produtividade na obra. Os desvios padrões individuais das perguntas foram representados por valores inferiores a 1, e o desvio padrão geral foi de 0,66, proporcionando uma pequena dispersão (Tabela 1). Discordando de [22] que declararam em 2011 que as empresas não conhcecem, não entendem e não sabem implementar os princípios Lean.

Atualmente, as empresas e colaboadores começam a aceitar e entender os benefícios trazidos pela filosofia Lean Construction a partir de uma curva de aprendizagem de aproximadamente trinta e cinco anos, desde os primeiros relatos em 1992, conforme diagnosticado nos resultados da Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados descritivos das questões objetivas

Questão	X	m	M	Média	σ
1	17	4	5	4,29	0,47
2	17	3	5	4,00	0,50
3	17	2	5	4,18	0,88
4	17	3	5	4,41	0,71
5	17	3	5	4,06	0,66
6	17	3	5	4,47	0,62
7	17	3	5	4,47	0,72
8	17	4	5	4,65	0,49
9	17	3	5	4,59	0,62
Resultado geral				4,35	0,66

Nota: Legenda adotada: Número de entrevistados = X; Pontuação mínima nas respostas = m; Pontuação máxima nas respostas = M; Média = média aritmética; Desvio padrão = σ.

Fonte: Os autores.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa contribuiu para aplicação de práticas de construção enxuta por meio do Sistema Toyota de Produção numa obra vertical. Ficou constatado na obra estudada que o Sistema Toyota aplicado com qualidade/cuidado na obra forneceu as condições para organização da obra, elevando a satisfação dos colaboradores.

Finalmente, a aplicação dos princípios Lean Construction consolidou as boas práticas da filosofia dentro do ambiente produtivo da empresa. As pesquisas de opinião sobre a aplicação do Lean Construction na obra resultou em 87% de aprovação dos respondentes. Por fim, os benefícios da Lean Construction - mesmo de forma preliminar - demonstraram uma aceitação da filosofia por parte dos colaboradores nos tempos atuais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento de Engenharia Civil na Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

[1] MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção:** Uma Abordagem Integrada ao Just in Time. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

[2] MARTINS, J. B.; DEMÉTRIO, J. C. C.; DEMÉTRIO, F. J. C. Lean Construction: uma análise comparativa em canteiros de obra de São Luís – MA. **Revista de Engenharia Civil**, Braga, n. 54, p. 36-45, mar. 2018.

[3] OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

[4] KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, California, 1992.

[5] MALLA, V. Structuration of lean-agile integrated factors for construction projects. **Construction Innovation**, 6 jan. 2023.

[6] PASŁAWSKI, J.; RUDNICKI, T. Agile/Flexible and Lean Management in Ready-Mix Concrete Delivery. **Archives of Civil Engineering**, p. 689–709, 10 fev. 2021.

[7] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Construction extension to the PMBOK guide**. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc, 2016.

[8] GHINATO, P. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. (Org.). **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. 1 ed. Recife: Editora da UFPE, 2000. cap. 2.

[9] SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

[10] BALLÉ, M.; EVESQUE, B. **A casa STP é uma luz orientadora para a empresa que deseja iniciar sua jornada lean.** Lean Institute Brasil, 2016. Disponível em: https://www.lean.org.br/artigos/453/a-casa-stp-e-uma-luz-orientadora-para-a-empresa-que-deseja-iniciar-sua-jornada-lean.aspx. Acesso em: 31 ago. 2022.

[11] SERTYESILISIK, B. Lean and Agile Construction Project Management: As a Way of Reducing Environmental Footprint of the Construction Industry. **Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering**, p. 179–196, 2014.

[12] SOLIMAN, M. H. A. **Jidoka: The Toyota principle of Building Quality into the Process**. Personal Lean Editora, 2020.

[13] BECHAR, A. S. **Melhoria da produtividade usando ferramentas Lean Construction numa empresa de construção civil**. Braga, Portugal, 2021, 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2021.

[14] SANTOS, E. M.; FONTENELE, A. D.; COMELLI, M. L.; BARROS NETO, J. P. Avaliação do nível de implantação da construção enxuta em três pequenas construtoras do Ceará. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais […].** Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1-8.

[15] ALBUQUERQUE, F.; TORRES, A. S.; BERSSANETI, F. T. Lean product development and agile project management in the construction industry. **Revista de Gestão**, v. 27, n. 2, p. 135–151, 10 jan. 2020.

[16] OLIVEIRA, E. H. Lean Construction – O Princípio do TAKT. 1 ed. São Paulo: Bookess, 2018. v. 1. 150p.

[17] GUPTA, S.; AHMADI, M. A.; KUMAR, L. Identification of the Barriers of Lean Construction Implementation in Construction – A Review. **International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology**, v. 8, n. 3, p. 6, 2020.

[18] CORREIA, J.V.F.B. Contextualização dos princípios da construção enxuta: aplicação da filosofia enxuta do sistema Toyota de produção na indústria da construção civil em exemplos práticos. **Caderno de Graduação** - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - SERGIPE, v. 4, n. 3, p. 29–29, 2018. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/4826>. Acesso em: 12 abr. 2024.

[19] APARÍCIO, P. P. **Lean na construção estado atual, desafios e técnicas prioritárias a aplicar em Portugal**. Lisboa, 2016, 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Técnico Lisboa. Lisboa, 2016. Disponível em: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997256275/Dissertacao%20-%20(%20Documento%20Final%20Revisto)%20Patrick%20Pequito%20Aparicio.pdf. Acesso em: 21 ago. 2022.

[20] TOMMELEIN, I. D. Pull Driven Scheduling for Pipe Spool Installation: Simulation of a Lean Construction Technique. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n.4, 1998.

[21] KOSKELA, L**. An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo, 2000, 296p. Tese (Doutorado em Tecnologia). Helsinki University of Technology, Espoo, Finlândia, 2000.

[22] MAIA, Laura; ALVES, Anabela; LEÃO, Celina. METODOLOGIAS PARA IMPLEMENTAR LEAN PRODUCTION: UMA REVISÃO CRITICA DE LITERATURA. [s.l.: s.n.], 2011. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/55618812.pdf>.