

—

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO – UNIBRA CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANDREZA DA SILVA MAURICIO
LEOPOLDINO CANUTO DE MELO JUNIOR
VANESSA RODRIGUES DA COSTA**

**LEAN CONSTRUCTION: UMA ABORDAGEM EFICIENTE PARA OBRAS
VERTICAIS RESIDENCIAIS**

RECIFE 2024

**ANDREZA DA SILVA MAURICIO
LEOPOLDINO CANUTO DE MELO JUNIOR
VANESSA RODRIGUES DA COSTA**

**LEAN CONSTRUCTION: UMA ABORDAGEM EFICIENTE PARA OBRAS
VERTICAIS RESIDENCIAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de graduação em
Engenharia Civil do Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA, como parte dos requisitos
para conclusão do curso.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a. Carolina de Lima
França

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Laís Cardoso, CRB-4/PE-1753/P.

M454l Mauricio, Andreza da Silva.
Lean Construction: uma abordagem eficiente para obras verticais
residenciais / Andreza da Silva Mauricio, Leopoldino Canuto de Melo
Junior, Vanessa Rodrigues da Costa. - Recife: Edição do Autor, 2024.
41p. : il. color.

Orientador(a): Dra. Carolina de Lima França

Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Brasileiro –
Unibra. Curso de Graduação em Engenharia Civil, 2024.

Inclui Referências.

1. Gerenciamento de obras. 2. Redução de desperdícios. 3.
Construção enxuta. I. Melo Junior, Leopoldino Canuto de. II. Costa,
Vanessa Rodrigues da. III. Centro Universitário Brasileiro - Unibra. IV.
Título.

CDU: 624

**ANDREZA DA SILVA MAURICIO
LEOPOLDINO CANUTO DE MELO JUNIOR
VANESSA RODRIGUES DA COSTA**

**LEAN CONSTRUCTION: UMA ABORDAGEM EFICIENTE PARA OBRAS
VERTICAIS RESIDENCIAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Disciplina TCC II do Curso de graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão do curso.

Examinadores:

Orientador – Prof.^a Dr.^a. Carolina de Lima França

Examinador 1 – Titulação

Examinador 2 – Titulação

Nota: _____

Data: ____/____/____

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por nos guiar durante a graduação e pelas oportunidades concedidas.

Agradecemos aos nossos pais que sempre estiveram presentes, prestando apoio para realização dos nossos sonhos.

Aos nossos amigos por todo companheirismo em toda essa jornada.

Aos professores que nos auxiliaram e deram todo o suporte para que conseguíssemos chegar até o fim.

E a nossa orientadora, Carolina de Lima que sempre esteve disponível para ensinar e que acreditou em nosso trabalho.

RESUMO

Sabe-se que a construção civil é um setor que apresenta problemas nos modelos atuais de produção, pois possui algumas características que são ineficazes para a crescente demanda de alta qualidade e agilidade, além da necessidade de novas tecnologias para o aumento da competitividade no mercado. Com isso, as inovações de organização e gestão ganham destaque para o gerenciamento de grandes obras. As empresas estão buscando cada vez mais a redução de desperdícios nos canteiros de obras, cumprimento de prazos e metas, para isso, se torna necessário a aplicação da filosofia *Lean Construction* (construção enxuta), oriunda do Sistema Toyota de Produção adaptada e aperfeiçoada à construção civil. Com o objetivo de verificar a eficiência desse método, este estudo de caso abordará as ferramentas utilizadas em uma construção vertical localizada na cidade do Recife. No empreendimento em questão, a aplicação dessa filosofia teve resultados favoráveis, tendo em vista que a obra apresentou redução de desperdícios de materiais, aumento no índice de produção, qualidade do serviço e avanço na meta mensal de evolução de obra, para isso, é necessário que toda a equipe seja treinada e comprometida com a utilização desse sistema. Portanto, o sistema de construção enxuta promove as empresas um grande diferencial competitivo e trás organização, redução de prazos e consequentemente clientes cada vez mais satisfeitos.

Palavras-chave: gerenciamento de obras, redução de desperdícios, construção enxuta.

RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

It is known that civil construction is a sector that presents problems in current production models, as it has some characteristics that are ineffective for the growing demand for high quality and agility, in addition to the need for new technologies to increase competitiveness in the market. As a result, organizational and management innovations gain prominence for the management of large projects. Companies are increasingly seeking to reduce waste on construction sites, meet deadlines and targets, and to achieve this, it is necessary to apply the Lean Construction philosophy (lean construction) originating from the Toyota Production System adapted and perfected for construction civil. With the aim of verifying the efficiency of this method, this case study will address the tools used in a vertical construction located in the city of Recife. In the project in question, the application of this philosophy had favorable results, considering that the work presented a reduction in material waste, an increase in the production rate, quality of service and progress in the monthly goal of progress of work, for this, it is necessary that the entire team is trained and committed to using this system. Therefore, the lean construction system provides companies with a great competitive advantage and brings organization, reduced deadlines and, consequently, increasingly satisfied customers.

Keywords: construction management; waste reduction; lean construction.

LISTA DE FIGURAS

Tabela 1 – Princípios do <i>lean Construction</i> ...	15
Tabela 2– Itens do controle de gestão à vista...	20
Figura 1 – Quadro de Metas...	21
Figura 2 – Quadro de Responsabilidades...	22
Tabela 3 – Ferramentas utilizadas...	23
Figura 3 – Cores Sinalizadoras...	24
Figura 4 – Modelo do Andon...	24
Figura 5 – Planilha Andon preenchida...	25
Figura 6 – Modelos de Kanban...	26
Figura 7 – Quadro de armazenagem dos Kanbans...	27
Figura 8 – Heijunka Box...	27
Figura 9 – Depósito de Kanbans...	28
Figura 10 – Quadro de baixa semanal...	29
Tabela 4 – Logística de canteiro...	30
Figura 11 – Depósito de ensacados...	30
Figura 12 – Depósito de tintas...	31
Figura 13 – Depósito de revestimentos...	31
Quadro 1 – Indicadores Mensais...	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	12
1.2 Problemática.	12
1.3 Objetivo Geral.	12
1.4 Objetivos Específicos...	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Sistema Toyota de Produção.	13
2.2 Lean Construction.	14
2.2.1 Princípios do Lean Construction.	15
2.2.2 Programa 5S.	17
3 METODOLOGIA/ MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Caracterização da empresa.	19
3.2 Coleta de dados.	19
3.3 Eficiência da filosofia Lean.	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Gestão à Vista.	20
4.2 Ferramentas.	23
4.3 Logística.	29
4.4 Produtividade.	32
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A Construção enxuta ou *Lean Construction* - *LC* e suas ferramentas foi criada em 1990 por Lauri Koskela, sendo uma filosofia oriunda do Sistema Toyota de Produção adaptada e aperfeiçoada à construção civil, setor possuidor de diversas peculiaridades, como o local de produção (canteiro de obras), a unicidade de cada obra, e a multiplicidade de frentes de trabalho com tempo determinado. (Santos, 2021).

Segundo Braga, (2016), o projeto a ser construído tem que andar sempre pensando na melhoria contínua, no aumento da produtividade, adequação aos prazos e redução dos custos sem nunca perder a qualidade. Além disso, o canteiro deve ser modificado para melhor atender as necessidades, materiais devem ser previamente adquiridos e armazenados, a mão de obra deve ser treinada e os resíduos descartados.

A implementação dessas políticas de qualidade traz para as construtoras resultados positivos, reduzindo o desperdício de material, o consumo de recursos naturais e os custos de consumo de novos insumos. Logo, é necessário que as construtoras atualizem seus procedimentos de organização de canteiros de obra para que possam ser implementados novos métodos de sistemas construtivos. (Roque & Pierri, 2019).

O Sistema Toyota de Produção (STP), criado em 1918, por Sakichi Toyoda (Schinke, Gonzalez & Vanti, 2020), foi o carro chefe para o início dessa nova jornada de inovação tecnológica nos canteiros de obras. A filosofia *Lean Construction* surge para revolucionar esse mercado (Cunha, 2021), mas, para que sua implantação seja eficaz, é necessário que haja uma mudança na cultura da empresa (Hamdar et al, 2015).

Com base nesse sistema, este trabalho tem o objetivo de mostrar a aplicação do Sistema Toyota e a filosofia *Lean Construction* (construção enxuta), em uma obra vertical residencial, localizada na cidade do Recife, com ênfase nas implementações utilizadas pela construtora, tendo foco nos resultados e melhorias de produtividade da mão de obra, qualidade na execução dos serviços e redução no desperdício de materiais.

JUSTIFICATIVA

O setor da construção civil está ligado diretamente à economia de um país, sendo responsável pela maior parte da geração de empregos, tendo em vista a grande necessidade de mão de obra. Com a velocidade dos avanços tecnológicos, os clientes passaram a ser cada vez mais exigentes e as empresas tiveram que se adaptar a essa crescente evolução. Com isso, surgiram desafios enfrentados pela indústria da construção civil, incluindo prazos curtos, orçamentos limitados e demandas por maior qualidade e sustentabilidade. Ao adotar os conceitos do Lean Construction, as empresas podem alcançar vantagens e benefícios significativos, tais como preço reduzido, alta qualidade e aumento na produtividade. Diante dessas necessidades, o presente trabalho visa apresentar a relevância de se estudar a aplicação da metodologia *Lean Construction* como uma alternativa para melhoria da organização de um canteiro de obra de maneira eficaz, tendo como foco principal a qualidade, meio ambiente, satisfação do cliente, redução de custos, prazos e desperdícios nas obras. Além disso, é esperado que este trabalho possa servir como referência para futuras pesquisas sobre o tema e para profissionais interessados em implementar a filosofia *Lean Construction* em seus projetos.

PROBLEMÁTICA

Quais são os benefícios da aplicação do *Lean Construction* na construção civil no aumento da produtividade?

OBJETIVO GERAL

Analisar o uso da metodologia *Lean Construction* nas etapas construtivas em uma obra vertical residencial na cidade do Recife.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os conceitos do *Lean Construction*;

- Abordar as principais etapas de planejamento utilizadas por esse método através do estudo de caso;
- Analisar a aplicação desse sistema no empreendimento escolhido;
- Avaliar os resultados dessa implantação e sua contribuição para eliminar os desperdícios e aumento na produtividade da obra em questão;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema Toyota de Produção

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão e parte do mundo passaram por um período de grandes dificuldades. Em meio a um cenário devastado, a situação era de redução dos recursos e crédito, gerando uma fase de depressão econômica. Então, diante de tais dificuldades, foi necessário achar um meio para que as empresas se mantivessem na concorrência do mercado. Nesse período foi criado na Toyota, indústria automobilística japonesa, o Sistema Toyota de Produção - STP, que foi colocado à prova durante a crise do petróleo na década de 70, obtendo com isso o reconhecimento de sua eficiência e vindo a servir de base para as mais diversas indústrias e setores (Venturini, 2015).

Segundo Ribeiro, (2015), a produção em massa vigorava nas empresas americanas e europeias, que reduziam os custos mediante uma produção em grande escala. O modelo era caracterizado por mão de obra não qualificada na maior parte do processo aliado a profissionais muito especializados para realizar os projetos e máquinas caras e específicas para cada tarefa. Nesse contexto, atraídos pelo baixo custo do veículo motorizado, a Ford se tornou líder do setor automotivo rapidamente.

O sistema criado por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda teve como referencial o Sistema Ford de Produção. O Fordismo, como é conhecido também, utilizava o método de produção em massa. Grandes máquinas, grandes estoques, inúmeros setores e departamentos, porém, qualidade em segundo plano e altas taxas de produtos defeituosos. Entretanto, o sistema contribuiu com algumas inovações para a indústria como a alteração na organização do trabalho na

manufatura. Dentre elas podem ser citadas a padronização do produto final, a intercambiabilidade de peças e a linha de montagem, onde uma correia transportava o produto até o operador (Venturini, 2015).

2.2 Lean Construction

O sistema de gestão *Lean Construction* foi desenvolvido a partir das premissas do STP, surgido na década de 50 no Japão. O mesmo teve notoriedade durante a década de 70, quando se mostrou eficiente ao manter seus padrões de produção em meio a uma crise econômica. O objetivo desse novo conceito era a eliminação dos desperdícios através de uma abordagem prática, visando a diminuição dos custos de produção, mas com o aumento da qualidade do produto final (Venturini, 2015).

Sua filosofia e suas ferramentas de gestão, foi criada por Koskela, em 1990, adaptando o Sistema Toyota de Produção para atender as particularidades da indústria da construção civil. As empresas que adotam o *Lean Construction* possuem passos e processos que não podem ser ignorados até a chegada do produto final. (Santos, 2021).

Diante do exposto, a implementação do sistema traz resultados positivos em diversas áreas da engenharia: qualidade, segurança, custo e produtividade (Bajjou & Chafi, 2018). Podendo ainda reduzir consideravelmente o número de impactos negativos ao meio ambiente (Ahmed, 2019).

Koskela, (1992), definiu *lean construction* como um conjunto proposto de onze princípios adaptados dos princípios do Sistema Toyota de Produção para a construção civil, que são: redução das parcelas de atividades que

não agregam valor; aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente; reduzir a variabilidade; reduzir o tempo de ciclo; simplificação de processos; aumentar a flexibilidade de saídas; aumentar a transparência dos processos; foco no planejamento e controle de todo o processo; promover a melhoria contínua ao processo; equilibrar melhoria de fluxo com melhoria na conversão e *benchmarking*.

2.2.1 Princípios do *Lean Construction*

Segundo Marchiori, (2023), Lauri Koskela enumerou 11 princípios que definem o *Lean Construction* e que serve de base para diversos estudos:

Tabela 01 - Princípios do *Lean Construction*

1. Reduzir a porcentagem das atividades que não agregam valor:	Compreende a diminuição das perdas na etapa de produção e eliminação dos desperdícios.
2. Aumentar o valor do produto final considerando as necessidades do cliente:	Implica em saber os desejos e necessidades dos clientes, e a execução é realizada de acordo com isso.
3. Reduzir a variabilidade:	Implica em saber os desejos e necessidades dos clientes, e a execução é realizada de acordo com isso.
4. Reduzir tempo de ciclo:	A redução no tempo de ciclo tem implicação direta com entregas mais rápidas ao cliente, redução da vulnerabilidade do processo produtivo.
5. Simplificar através da redução de passos ou partes:	Simplificação dos passos para eliminação de tarefas que não agregam valor.
6. Aumentar a flexibilidade de saída:	Está relacionado a mudança de característica do produto sem apresentar um grande aumento nos custos. Pode ser alcançado por meio

	da redução do tempo dos ciclos, da procura pela personalização do produto o mais tarde possível no processo.
7. Aumentar a transparência do processo:	A transparência facilita o controle visual e motiva a busca de melhorias por parte dos funcionários. Pode ser alcançada por meio do 5S.
8. Focar no controle de todo o processo:	Ao controlar todo o processo é possível verificar os desperdícios que ocorrem e entrar com um plano de ação.
9. Melhoria contínua do processo:	Para um aprimoramento do processo é necessário um empenho contínuo, isso requer participação e trabalho em equipe. Podendo ser alcançado com premiações, planos de carreira e ações coletivas.
10. Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e as melhorias no processo de conversão:	Com o melhoramento do fluxo, os investimentos em equipamentos são reduzidos e permite implementar tecnologias de conversão.
11. Benchmark (Aprender com referências de ponta):	É a comparação das práticas da empresa e das melhores práticas implementadas por empresas similares, na busca da melhoria

	continua.
--	-----------

Fonte: Autores, 2024.

2.2.2 Programa 5S

O programa “5S” tem por objetivo auxiliar as pessoas na construção de ambientes ideais para realização de atividades, com resultados práticos e positivos, propondo assim mudanças de atitudes nos locais de convivência, com sua constante manutenção. O Programa foi criado no Japão, cinco anos após o término da Segunda Guerra Mundial, pelo Japonês Kaoru Ishikawa, pioneiro no estudo e aplicação da gestão de qualidade. Em todo Brasil a ideia foi introduzida nos Ano 80, sendo o programa implantado nas empresas definitivamente em 1991 (Côrtes, 2014).

Inicialmente, é difícil imaginar por onde começar a implantação do sistema enxuto. O programa 5S é baseado em cinco ações, ou sensos como é chamado

também: seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke, ou em português: separar (senso de utilização), classificar (senso de ordenação), limpar /inspecionar (senso de limpeza), padronizar (senso de saúde) e manter (senso de autodisciplina) (Venturini, 2015).

O Senso de Utilização ajuda a separar os objetos que são úteis daqueles que não utilizamos mais no dia-a-dia, criando-se assim uma melhor forma de organização do serviço. Sua aplicação apresenta vantagens, tais como, liberação do espaço físico; eliminação de documentos, materiais e ferramentas excessivas; melhor visualização do espaço de trabalho; diminuição de risco de acidentes; maior satisfação pessoal e de quem trabalha no setor (Côrtes, 2014).

O senso de organização consiste em manter o ambiente organizado, com a identificação e sinalização dos materiais e ambientes. É importante também definir um layout que torne o ambiente de trabalho seguro e que possibilite o acesso rápido aos materiais e postos de trabalho. Além disso, é importante frisar que a organização não se está relacionada apenas à arrumação física do ambiente, mas também do planejamento dos trabalhos diários (Costa; Oliveira, 2017).

O Senso de Limpeza promove o favorecimento de um ambiente agradável a todos e comprometimento entre os envolvidos. Apresentando vantagens de um bem-estar pessoal, além da prevenção de acidentes, conservação dos equipamentos e ferramentas, menores gastos em consertos e gerando uma boa impressão aos clientes e visitantes (Côrtes, 2014).

A prática do Senso de Saúde implica em cuidar do bom funcionamento do corpo e da mente, para ter um bom desempenho nas tarefas do dia-a-dia, evitando doenças e acidentes de trabalho e promovendo um ambiente harmônico entre as pessoas do grupo (Côrtes, 2014).

A disciplina deve ser colocada pela empresa através de novas rotinas e normas. Deve ser cobrado o cumprimento da disciplina desde a gerência até os trabalhadores no canteiro de obras. A ideia é que cada um assuma a responsabilidade de seguir os padrões idealizados, não precisando chamar a atenção de um funcionário para fazer o que lhe compete. Ele faz o que tem que ser feito. A participação da alta direção é muito importante na

liderança das atividades, demonstrando o comprometimento oficial da organização para conduzir o 5S, pois não se deve implementar o 5S em um nível da organização se o nível imediatamente superior não tiver conhecimento sobre o assunto (Costa; Oliveira, 2017).

As principais vantagens do Programa 5S normalmente apontadas são: organização do ambiente de trabalho, redução do tempo de procura de materiais, melhoria dos processos de comunicação, redução de erros e falhas, redução do risco de acidentes, eliminação de desperdícios, melhoria da qualidade de vida no trabalho, do ponto de vista físico e mental. Pela sua filosofia, o programa também estimula o desenvolvimento de princípios como liderança e envolvimento de todos (Silva et al., 2015).

3 METODOLOGIA/ MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da empresa

A construtora em questão é de grande porte, ocupa o 12º lugar no ranking de maiores construtoras do Brasil segundo o INTEC (instituto de

pesquisa, gestão e tecnologia), e está no mercado há 40 anos. Com sede em Pernambuco, vem se expandindo cada vez mais ao longo dos anos, com filiais em Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe. Possui certificações da ISO 9001, ISO 45001, ISO 14001 e PBQP-H /SIAC:2021 (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat). A empresa executa empreendimentos comerciais e residenciais, tendo foco no médio e alto padrão. A obra em análise atualmente tem 126 funcionários e fica localizada na cidade do Recife – Pernambuco.

3.2 Coleta de dados

Inicialmente, foi preciso um estudo da base teórica do assunto, a partir de teses, sites, artigos e outros. Essa base foi essencial para o entendimento dos princípios do *Lean Construction*. Foram realizadas visitas a obra e feitas observações quanto a organização e gestão do canteiro. Para o levantamento de dados, foram utilizados registros fotográficos e questionamentos informais ao gestor da obra e aos funcionários do campo.

3.3 Eficiência da filosofia Lean construction

Para verificar a eficiência desse sistema, foi realizado também um estudo dos serviços em execução quanto a sua produtividade, verificando o que foi proposto pela equipe de planejamento e se a obra está atendendo a essa evolução de acordo com as porcentagens mensais de medição. Ressalta-se que para garantir a efetivação do *Lean Construction* na obra, torna-se necessário a realização de auditorias com foco em execução, terminalidade, canteiro de obras, documentação, gestão a vista e FVS (Ficha de Verificação de Serviço). Dito isso, tem-se como pontos principais alguns tópicos para análise: Gestão à Vista, Ferramentas, Logística e Produtividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Gestão à Vista:

São os recursos que trazem visibilidade das informações do ambiente da obra, fazendo com que cada funcionário saiba a sua responsabilidade e ajuda a definir prazos para conclusão das pendências. Os pontos utilizados no empreendimento são de acordo com a tabela 01.

Tabela 02 – Itens do controle de gestão à vista.

Item	Objetivo
Quadro de Responsabilidades	De acordo com ATA de reunião mensal, é definido a responsabilidade de cada funcionário da administração com prazos e monitoramento para realização das ações.
Quadro de Metas	Metas do trimestre com acompanhamento da execução diária.

Fonte: Autores, 2024.

Como objetivo de ter uma melhor visualização da obra de forma rápida, são adotados alguns elementos, como: quadro de responsabilidades e quadro de metas.

O quadro de metas fica localizado na sala da engenharia, organizado de forma trimestral com o intuito de poder acompanhar os serviços executados no mês atual e dos próximos dois meses, fazendo com que a obra tenha em mãos os próximos passos e consiga fazer o pedido de insumos de forma prévia e eficaz.

A figura 01 apresenta o modelo de quadro de metas utilizado na obra pela construtora.

Figura 02 – Quadro de Responsabilidades

QUADRO DE RESPONSABILIDADES			

Fonte: Autores, 2024.

A utilização e monitoramento diário desses quadros é de suma importância para a obra como um todo, pois, é possível enxergar com facilidade as prioridades e metas de cada mês, identificando onde será o ponto de atuação da semana. Além disso, essa ferramenta fica disponível não somente para os funcionários da obra, mas qualquer visitante poderá visualizar e entender como está a situação das frentes de serviço daquele momento.

4.2 Ferramentas

São os meios utilizados para liberação de material para os funcionários, promovendo uma rotina de organização de modo que não falte materiais nas frentes de serviço. Além disso, garante que na ocorrência de algum problema que impeça a produção, seja identificado e resolvido de maneira rápida e eficiente. As ferramentas utilizadas pelo empreendimento são de acordo com a tabela 02.

Tabela 03 – Ferramentas utilizadas.

Item	Objetivo
Ferramenta e planilha do Andon	Análise crítica dos problemas envolvendo equipe de produção parada, falta de material, guincho em manutenção ou destinação dos resíduos do pavimento.
Kanban e Heijunka Box	Utilização dos cartões de kanban para solicitação de material e estabelecer horários com o auxílio do Heijunka Box
Equipe treinada na ferramenta kanban	Equipe consciente da utilização destas ferramentas e envolvida no Sistema Toyota

Fonte: Autores, 2024.

Para que a obra seja executada dentro dos parâmetros da filosofia Lean, a construtora utiliza algumas ferramentas essenciais para a padronização e organização de cada etapa de serviço, como: Ferramenta e planilha do Andon, Kanbans e Heijunka Box.

O Andon visual é distribuído em frente ao guincho de todos os andares do empreendimento. Essa ferramenta utiliza cores sinalizadoras para obter um fácil entendimento. A figura 03 demonstra o significado de cada uma das sinalizações.

Figura 03 – Cores Sinalizadoras para uso do Andon visual



Verde - Indica que o serviço está sendo executado normalmente;



Amarelo - Indica a existência de um problema e que há possibilidade de interrupção do serviço;



Vermelho - Indica que a equipe está parada;



Preto - Indica a presença de resíduos no pavimento a serem retirados;

Fonte: Autores, 2024.

A obra deve colocar em cada pavimento da obra uma única placa com todas as cores acima, para que o funcionário possa deslizar e colocar o status da frente de serviço para visualização do operador de guincho, conforme a figura 04.

Figura 04 - Modelo do Andon



Fonte: Autores, 2024.

Ao visualizar a placa amarela, a administração é imediatamente informada por meio dos rádios comunicadores, onde é encaminhada até o local para verificar e solucionar o problema em até no máximo 30 minutos. Se o problema não for resolvido, a placa será substituída pela vermelha, significando que a equipe de produção está parada. Cada ocorrência de placa amarela ou vermelha deve ser registrada na planilha de Andon, conforme a figura 05, onde será investigado a origem da ocorrência através do preenchimento dos ‘ 5 Porquês’ .

Cada guincho tem a sua planilha de Andon para o operador registrar essas informações e no fim do mês essa planilha é coletada pelos funcionários da engenharia, onde é feita uma análise crítica dos problemas e plano de ação para que não ocorra novamente. Normalmente, os problemas estão relacionados a falta de material nos andares, falta de energia na torre, falta de abastecimento de água e manutenção dos guinchos. Com isso, é pensado melhorias no processo dessa logística, seja o abastecimento de material no dia anterior ou manutenção preventiva.

Figura 05 – Planilha Andon preenchida

MÊS: FEVEREIRO 2024		
	AMARELO	VERMELHO
Equipe (Pacote / Local)	ALVENARIA (VAZADO 3)	PRODUÇÃO (VAZADO 1)
Data/Hora	08/02/24 10h30	08/02/2024 07h15
Motivo de acionamento:	MATERIAL PRÓXIMO DE ACABAR	EQUIPE PARADA
1º Por que?	NÃO DA PARA PRODUR MAIS	NÃO SE ALIMENTARAM
2º Por que?	FALTA DE ASSESSAMENTO	FALTOU COMIDA
3º Por que?	FALTA DE ÁGUA	FORNECEDORA SE CONFUNDIU
4º Por que?	FORNECEDORA ATRASOU A ENTREGA	FALHA NA LOGÍSTICA
5º Por que?	FALHA NA LOGÍSTICA	
Solução	COBRAR ANTECIPADAMENTE	SEER MAIS CLARO E AGILIZAR ANTE-OPERAÇÃO
Equipe (Pacote / Local)	GESSO (3º TORRE B)	GUINCHO TA (TORREO)
Data/Hora	10h30 21/02/2024	19/02/2024 08h00
Motivo de acionamento:	POUCO MATERIAL	GUINCHO PARADO
1º Por que?	SERVENTES NÃO SUBIREM MATERIAL	OPERADOR O TRAVOU
2º Por que?	ALMOXARIFE E ENCAMAREGADO	DESENVOLVU FALHA
3º Por que?	NÃO LIBERARAM GESSO	PERCEBIDOS PARADOS
4º Por que?	RAZIONALIZAMOS DE GESSO	PERCEBIDOS SÓLTOS
5º Por que?	POUCO SACO DE GESSO	REABUZAÇÃO DO CHECKLIST
Solução	COBRAR ENTREGA AO FORNECEDOR	SOLICITOU MANUTENÇÃO
Equipe (Pacote / Local)		ALVENARIA (VAZADO 3)
Data/Hora		20/02/2024 14h00
Motivo de acionamento:		PEREQUIROS PARADOS
1º Por que?		TIJOLOS NÃO FORAM COLOCADOS
2º Por que?		SERRA NÃO FUNCIONA
3º Por que?		FALTA DE ENERGIA
4º Por que?		
5º Por que?		
Solução		CHAMAR ELETRICISTA E RELATAR A SENSISTIVO DE

Fonte: Autores, 2024.

Os kanbans são cartões usados para gerenciar e controlar a saída de materiais, de modo que ocorre uma maior facilidade na logística de pedidos de compra, diminuindo o desperdício de materiais e controlando a produção da equipe.

Os cartões seguem um padrão de cores e tamanho disponibilizados no sistema da empresa, para que o entendimento seja o mais fácil possível. As obras também podem fazer o uso do kanban “ coringa ” que é destinado para materiais atípicos na execução. As figuras 06 e 07 mostram respectivamente o modelo de Kanban utilizado pela empresa e o quadro de armazenagem.

Figura 06 – Modelos de Kanban



O heijunka é composto por colunas, a vertical representa os pavimentos e é o local onde deve ser entregue o material. Já a horizontal representa o horário do abastecimento dos materiais. A colocação dos kanbans no quadro é realizada livremente pelos funcionários dentro dos horários estabelecidos a seguir: Para material a ser entregue pela manhã, o funcionário deverá solicitar ao final da tarde do dia anterior à utilização; para material a ser entregue no período da tarde, o funcionário solicitará pela manhã e no intervalo do almoço.

Ao final da entrega de cada material os kanbans devem ser postos em caixa de forma segura (com cadeado), para que no final do dia todos os kanbans sejam devolvidos ao almoxarifado para conferência e baixa do estoque. Sendo possível ter dados atualizados diariamente da saída de materiais. Conforme as figuras 09 e 10 .

Figura 09 – Depósito de Kanbans



Fonte: Autores, 2024.

Figura 10 – Quadro de baixa semanal

MATERIAL	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
Contra PISO 20 KG	800 sacos 20	780 sacos 30	750 sacos 50	700 sacos 31	669 sacos
Reboco Pronto 25 KG	156 sacos 6	200 sacos 18	182 sacos 80	102 sacos 102	0 sacos
Cimento 50 KG	18 sacos 0	18 sacos 0	18 sacos 3	15 sacos 4	11 sacos
ARG. de II 20 KG	371 sacos 2	369 sacos 9	360 sacos 1	359 sacos 0	359 sacos
ARG. de III 20 KG	134 sacos 4	130 sacos 5	125 sacos 7	118 sacos 10	108 sacos
Chapisco Pronto 25 KG	12+200 sacos 12	200 sacos 2	198 sacos 0	198 sacos 0	198 sacos
Rejunto 20 KG	130 sacos 0	130 sacos 1	129 sacos 1	128 sacos 2	128 sacos
Gesso 50 KG	28 sacos 1	27 sacos 0	27 sacos 0	27 sacos 0	27 sacos
Adesivo	17 caixas 0	17 caixas 0	17 caixas 0	17 caixas 0	17 caixas

Fonte: Autores, 2024.

Com isso, a engenharia consegue analisar a quantidade de material que está sendo utilizada em cada frente de serviço e caso haja alguma alteração na quantidade de insumo, é possível avaliar o motivo e de forma prévia saber se vai precisar fazer solicitação de compra de materiais. O intuito principal dessa ferramenta é reduzir cada vez mais os desperdícios e ter um maior controle de estoque para que não impacte na produtividade diária.

4.3 Logística

É o método utilizado para o gerenciamento do canteiro de obras, de modo que seja otimizado o processo de execução dos serviços com menor desperdício de material e maior aproveitamento da mão de obra, oferecendo condições para um trabalho de qualidade e com tempo reduzido. A logística da obra é feita de acordo com a tabela 03.

Tabela 04 – Logística do canteiro.

Item	Objetivo
Depósito de ensacados/ Tintas/ Revestimentos	Identificação dos materiais para controle de estoque e distribuição para as frentes de serviço.

Fonte: Autores, 2024.

Os depósitos são organizados de maneira estratégica, visando o acesso ao guincho cremalheira e a rápida distribuição para cada torre, todos os materiais são armazenados de forma padronizada, contendo o nome e a validade de fácil visualização, conforme as figuras 11 e 12. Já no caso dos revestimentos cerâmicos, é contida também a informação dos seus lotes para não ter variação de tonalidades em uma mesma unidade, conforme a figura 13.

Figura 11 – Depósito de ensacados.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 12 – Depósito de tintas.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 13 – Depósito de Revestimentos



Fonte: Autores, 2024.

4.4 Produtividade

A produtividade é um item essencial para que a empresa consiga entregar a obra dentro do prazo ou até mesmo antes, para isso, o mesmo precisa ser monitorado diariamente pela equipe de engenharia. Semanalmente a obra recebe visitas da equipe de planejamento, que consegue monitorar de perto o avanço da meta mensal e analisa se precisará aplicar algum plano de ação para atingir o objetivo.

O quadro 01 mostra os dados dos resultados obtidos entre os meses de dezembro de 2023 e abril de 2024. Nota-se um aumento de em torno de 1% mensal no avanço da obra. Há casos em que esses resultados não conseguem ser alcançados como é visto no mês de março, geralmente acontece quando a obra depende de algum terceirizado, pois se torna mais difícil controlar o cumprimento dos prazos. Porém, no mês de abril foi possível alcançar um aumento de 1,59% a mais na meta mensal.

Quadro 01 – Indicadores Mensais

BASE	INDICADORES/MESES	dez/23	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24
BASE LINE	IDP	1,0329	1,1082	1,1245	1,0915	1,1241
	% PREVISTO	2,28%	4,02%	2,29%	2,76%	5,99%
	% PREVISTO ACUM.	16,69%	20,71%	23,00%	25,76%	31,75%
	% REAL	2,83%	5,71%	2,91%	2,26%	7,58%
	% REAL ACUM.	17,24%	22,95%	25,86%	28,12%	35,69%

Fonte: Autores, 2024.

Na tabela é exibido os indicadores durante 5 meses, onde pode-se observar o percentual previsto e acumulado de avanço da obra e o índice de desenvolvimento de produtividade, que é a relação entre o programado e o realizado.

Com isso, é possível verificar que a utilização desse método causa um grande aumento na produtividade e no percentual de avanço mensal da obra.

Ressalta-se que todos os funcionários envolvidos na execução da obra (engenheiro, auxiliares, técnicos de edificações, profissionais, serventes e terceirizadas) são treinados e fazem a utilização do sistema *Lean Construction*.

Ao compararmos os resultados deste estudo com o trabalho de outro autor, notamos algumas similaridades e diferenças na aplicação do Lean nas obras de construção civil.

O estudo de Farias, (2023), destacou a aplicação bem-sucedida do Lean Construction dentro da obra, enfatizando a importância do treinamento dos colaboradores para o método ser bem sucedido. Essa perspectiva reflete os resultados encontrados neste estudo, onde a cultura organizacional e o comprometimento de todos os funcionários desempenham um papel fundamental para o êxito desse sistema. Além disso, ambos os estudos destacaram as reduções de desperdícios, aumento na produtividade e redução de prazos.

Indo de encontro ao estudo de Venturini, (2015), enfatizamos como o planejamento de um canteiro pode agregar a boa utilização no espaço, possibilitando que os operários trabalhem com segurança e eficácia, visando a minimização das distâncias de transporte de materiais e de movimentação dos colaboradores. Além de proporcionar aumento no nível de satisfação dos funcionários como também dos clientes finais.

No entanto, no estudo de Costa; Oliveira, (2017), foi apresentada grande resistência por parte dos trabalhadores quanto à implementação de novos sistemas que visem mudança no método de produção, atrelando também a falta de mão de obra qualificada no mercado. Vale ressaltar que no empreendimento desse estudo os funcionários são treinados no sistema Lean desde a sua integração.

Em contrapartida, no estudo de Farias, (2023) são apresentadas ferramentas diferentes como, central de pré- moldados e trinchos que levaram a um ganho de 30% na produtividade da equipe, entretanto, na obra em questão foi verificado que não havia condições de ser implementado por falta de espaço de armazenamento.

Portanto, embora ambos os estudos reconheçam os benefícios do *Lean Construction* na execução de uma obra, eles oferecem perspectivas complementares sobre a utilização desse método. Ao considerar as semelhanças e diferenças entre esses trabalhos, podemos adquirir conhecimentos significativos que servirão de direcionamento para futuras

pesquisas e práticas no setor da construção civil.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho trouxe informações de suma importância sobre a utilização do sistema *Lean Construction*. Verificou-se que a utilização das ferramentas do Sistema Toyota de Produção contribui de forma significativa, aumentando a produção dos funcionários, reduzindo desperdícios e maximizando o tempo de construção. Além disso, com a redução do tempo de entrega da obra é possível alcançar a maior satisfação do cliente.

No empreendimento foi analisado um grande avanço no percentual mensal da obra, sendo assim, um sistema que traz benefícios. Porém, para sua eficiência, é necessário uma gerência eficiente, que promova treinamentos e faça acompanhamento regularmente, fazendo com que toda a equipe esteja envolvida neste projeto.

Com isso, a obra conseguiu reduzir o período de construção, utilizando os métodos da filosofia Lean, como a gestão visual, kanban e organização na logística. O sistema de construção enxuta promove à empresa um grande diferencial competitivo, causando impactos ambientais e sociais positivos diante dos funcionários e clientes.

6 REFERÊNCIAS

AHMED, S. **Causes Of Accident At Construction Sites In Bangladesh.** Organization, Technology And Management In Construction, v. 11, p. 1933–1951. 2019.

BAJJOU, M.S.; CHAFI, A. **Lean Construction Implementation In The** INGLE, A.; WAGHMARE, A. P. Advances in Construction: Lean Construction for Productivity Enhancement and Waste Minimization. International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS), v. 2, n. 11, p. 2394–3661, nov, 2015.

BRAGA, C. S. Q. **Gestão da Qualidade Aplicada a Canteiro de Obras.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

COSTA, C. C. F.; OLIVEIRA, T. S. P. **LEAN CONSTRUCTION E A APLICAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO EM OBRAS VERTICAIS.** Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife – PE, 2017.

CÔRTEZ, A. M. M. **Impactos da metodologia lean production em obras de engenharia.** Universidade Federal do Rio de Janeiro– UFRJ, Rio de Janeiro– RJ, 2014.

CUNHA, D. F. S. **Aplicação da filosofia Lean em construtoras de micro e pequeno porte.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) S– Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

FARIAS, M. M. **Utilização da filosofia Lean Construction em uma obra vertical residencial.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2023.

HAMDAR, Y.; KASSEN, H.; SROUR, I.; CHEHAB, G. Performance-based specifications for sustainable pavements: a Lean Engineering analysis. **Energy Procedia**, Amsterdam, v. 74, p. 453–461, ago. 2015.

MARCHIORI, R. S. **Utilização dos princípios da Lean Construction em obras de uma empresa tradicional de Goiânia.** Revista de Engenharia Civil IMED, Passo Fundo, v. 9, n. 1. p. 17–35, jun. 2023.

RIBEIRO, Virgílio. **Logística, Sistema Toyota de Produção e suas implicações na construção civil.** Ed. - Curitiba: Appris, 2015.

ROQUE, R. A. L., & PIERN, A. C. **Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil.** Research, Society and Development, v. 8, n. 2. p. 1–18, nov. 2018.

SANTOS, T. C. **Análise de implantação das filosofias fast track e lean construction em uma obra supermercadista.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2021.

SCHINKE, D. Y.; GONZALEZ, P. S.; VANTI, A. A.; **Sistema Toyota de Produção: Seleção de fornecedores com uso do Método AHP.** ResearchGate, julho, 2020.

SILVA, A. L. E; REIS, L. V; SANTOS, L. M. A. L; SANDIM, M. PEREIRA, Z. L. S. **Percepção e análise do programa 5S em uma empresa prestadora de serviço.** Universidade de Santa Cruz do Sul, 2015.

VENTURINI, J. S. **PROPOSTA DE AÇÕES BASEADAS NOS 11 PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION PARA IMPLANTAÇÃO EM UM CANTEIRO DE OBRAS DE SANTA MARIA.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2023.