

Utilização Da filosofia *Lean Construction* em uma obra vertical residencial

Use of the Lean Construction philosophy in a residential vertical work.

Micael Marques Farias¹

Dra. Simone Perruci Galvão²

RESUMO

Sabe-se que a Indústria da Construção Civil brasileira é demasiadamente lenta quando o quesito é tecnologia e inovação, possuindo características típicas desde as primeiras edificações, com sistemas construtivos arcaicos e por vezes ineficazes para época atual. Além da necessidade de novas técnicas e produtos para alavancar esta indústria, se faz necessário um investimento acerca do processo de planejamento e gerenciamento das construções. Com o aumento da competitividade para vendas e um mercado em busca de práticas inovadoras, as plataformas de organização e gestão ganham papéis importantes para o gerenciamento nas grandes construtoras. As empresas atuantes no mercado de trabalho hoje estão passando por processos de atualização de suas metas, enxergando uma edificação que perpassa por muitos valores, onde além da entrega final do seu produto, há necessidade de se analisar melhor os fluxos da obra, a organização dos canteiros, a distribuição de pessoas, propiciando valores não vistos antes. Com o intuito de reduzir gastos e demandas e melhorar a produção, surge a aplicação da filosofia de produção *Lean Construction* (construção enxuta), esta será abordada neste estudo, tendo-se como foco a aplicação de suas ferramentas em uma edificação vertical na cidade do Recife. Neste trabalho serão apresentadas as práticas adotadas pela empresa e os benefícios vindouros por esta utilização. Na edificação em questão, a aplicação desta filosofia resultou na redução de insumos, maior qualidade dos serviços, melhor monitoramento da equipe, diminuição do desperdício e melhores índices de produtividade para o empreendimento.

Palavras-chave: construção civil; *lean construction*; gerenciamento de obras.

ABSTRACT

It is known that Brazilian civil construction industry can be slow when it comes to innovation and technology, getting singular characteristics since your firsts attempts and an old fashioned construction system that is unviable to the current times. Besides the necessity to new products and techniques to advance in this industry it also needs a large investment at planning and management in this field. Competition is increasing and the market is looking for innovation at all costs and with that, management platforms are playing an important role at big construction companies. Companies operating in the job market today are going through processes of updating their goals, seeing a building that permeates many values, where in addition to the final delivery of your product, there is a need to better analyze the work flows, the organization of the sites, the distribution of people, providing values not seen before. In order to reduce expenses and demands and improve production, the application of the Lean Construction production methodology appears and this is what will be addressed in this study, focusing on the application of its tools in a vertical building in the city of Recife. In this work, the practices adopted by the company and the future benefits of this use will be

¹ Bacharelado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2023.

² Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2023.

indicated. In the building in question, the application of this philosophy resulted in the reduction of inputs, higher quality of services, better monitoring of the team, reduction of waste and better productivity rates for the enterprise.

Keywords: civil construction; lean construction; construction management.

INTRODUÇÃO

As inovações nos setores de produção e qualidade da Indústria da Construção Civil trazem à tona a necessidade de uma atualização brusca nesta indústria, pelo fato de ser composta por uma grande massa de mão de obra e de um enorme fluxo econômico.

A Construção Civil é vista como um dos setores que mais empregam, sendo um dos pilares para o aumento da renda da população, repercutindo na queda do número de desempregados (POSSENTI; PONTILI, 2015).

Ademais, esta indústria caminha lado a lado com os setores industriais e quando se é investido em infraestrutura, a contribuição para o crescimento do PIB é assertiva (SOUZA et al, 2015).

A variabilidade de empregos fornecidos pela indústria da construção em diversas áreas, auxilia ao desenvolvimento regional. (BOHNENBERGER ET AL, 2018).

Não obstante, é necessária uma atualização dos processos executivos, buscando-se a qualificação da mão de obra, visando a produtividade das equipes. (BRAGA, 2016)

Além dos aspectos citados acima, com a competitividade no mercado capitalista atual, as construtoras estão cada vez mais sendo exigidas a seguirem implementando políticas sustentáveis aos seus empreendimentos, se sobressaindo em diversos aspectos, tais como: reciclagem e reutilização de materiais, reaproveitamento das águas pluviais, dentre outros.

A implementação dessas políticas traz para as construtoras resultados positivos, reduzindo o desperdício de material, o consumo de recursos naturais e os custos de consumo de novos insumos. Por ser uma grande consumidora de

recursos naturais, esta prática se torna assertiva economicamente e socialmente nessa indústria. (ROQUE & PIERRI, 2019).

Logo, a necessidade de atualização dos processos produtivos na indústria da construção civil torna-se mais evidente quando esta é comparada à outras indústrias.

É necessário que os canteiros de obras se atualizem e as construtoras trabalhem de forma mais tecnológica, atualizando seus procedimentos de logística e canteiro, facilitando a implementação de novos métodos e sistemas construtivos, com foco no meio ambiente, na produtividade e nos custos.

Diante desta realidade, o mercado da Construção inicia seu processo de voltar o seu foco para tecnologias inovadoras, para inspeções de serviços dentro do canteiro de obras (ASGARI; RAHIMIAN, 2017).

O Sistema Toyota de Produção (STP), criado em 1918, por Sakichi Toyoda (SCHINKE, GONZALEZ & VANTI, 2020), foi o carro chefe para início dessa nova jornada de inovação tecnológica nos canteiros de obras.

Já a filosofia *Lean Construction* (construção enxuta) 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. (SANTOS, 2021)

A filosofia *Lean Construction* surge para revolucionar esse mercado (CUNHA, 2021), mas, para que sua implantação seja eficaz, é necessária que haja uma mudança na cultura da empresa (HAMDAR et al, 2015).

A *Lean Construction* traz grandes inovações e implementa novos procedimentos de execução dos serviços nos canteiros, impactando na produtividade e na redução do quantitativo de resíduos gerados pela construção. (INGLE; WAGHMARE, 2015)

Com o sistema *Lean Construction* de produção, as trocas de informações entre construtora e clientes são extremamente favoráveis. Os seus projetos são baseados no foco total do cliente, definindo todos os valores de interesses dos próprios, com reflexões sobre a agregação de valor ao projeto, atrelado a sua forma de desenvolvimento (PULAKKA et al, 2016).

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 *Lean Construction* (construção enxuta) traz resultados positivos em diversas áreas da engenharia: qualidade, segurança, custo, produtividade (BAJJOU & CHAFI, 2018). Podendo ainda reduzir consideravelmente o número de impactos negativos ao meio ambiente (AHMED, 2019).

Com base nesta premissa, este trabalho foi idealizado com o objetivo de mostrar o modelo de aplicação da metodologia *Lean Construction* de produção (construção enxuta), em uma obra de edificação vertical, localizada na cidade do Recife, informando as ferramentas adotadas, suas implementações e os principais resultados adquiridos, tendo foco na melhoria da qualidade, produtividade e na redução no desperdício de materiais.

METODOLOGIA

Este artigo trata-se de um estudo de caso que teve como objeto de estudo a filosofia *Lean Construction* (construção enxuta) e suas ferramentas aplicadas ao canteiro de obras de uma construção de um edifício de alto padrão - 37 pavimentos tipos, com 2 torres e 1 edifício garagem. O empreendimento fica localizado na cidade do Recife (Pernambuco).

Dados qualitativos e, em alguns casos, quantitativos, foram ressaltados quanto à implementação desta filosofia e suas ferramentas no cotidiano do empreendimento e os benefícios propiciados.

As etapas da obra abrangida pelo estudo referem-se à implementação das alvenarias, acabamento - com serviços de cerâmica interna e pintura - esquadrias, rejuntamento das fachadas, acabamentos elétricos e hidráulicos, aplicação de cubas e metais e colocação das bancadas de granito.

Para o estudo de caso foram coletadas informações acerca da empresa, entre estas, a sua estrutura, tempo no mercado, quantidade de empreendimentos entregues e em construção, quantidades de funcionários e certificações de qualidade adquiridas. Além da ferramenta aplicada pela construtora, referente a filosofia *Lean Construction*, no empreendimento.

Para eficácia e comprovação dos resultados esperados, foi feita uma análise dos serviços quanto a sua produtividade, verificando a porcentagem de serviço já realizada e comparando esse resultado com a porcentagem de planejamento, analisando esse aumento do mesmo nas respectivas frentes de serviços.

Foram realizadas visitas em obra e preenchido um questionário com as informações pertinentes, referentes à aplicação da filosofia de produção *Lean Construction*, para indicar os benefícios desta filosofia nos setores de produção e qualidade.

O modelo de questionário adotado englobava as seguintes perguntas:

- Qual sistema de gerenciamento utilizado em sua obra?
- Você e sua empresa sabem o que é *Lean Construction*?
- Quais ferramentas do *Lean Construction* você conhece?
- Sua obra possui controle de insumo?
- Como é feita a solicitação do material por parte do colaborador?
- Existe alguma definição de horário para entrega de material? Se sim, poderia explicar? Como é feita a comunicação?
- Sua obra possui layout de canteiro? Se sim, é exposto? O layout de canteiro é feito antes do início da execução do serviço? Possui memória de cálculo?
- Como é definido o valor da mão de obra, quantidade de funcionários necessários e ciclos de serviço?
- Há alguma ferramenta para relacionar os valores orçados com os valores reais para execução dos serviços?
- Sua obra utiliza gestão a vista?

Ressalta-se que para a efetivação da metodologia de produção adotada na obra em questão, o empreendimento em construção passa por um processo de auditorias internas bimestrais, onde os pontos: Documentação, Canteiro, *Lean*, FVS (Ficha de Verificação de Serviço), Execução de Serviço e Terminalidade, são analisados. Neste estudo o enfoque que será dado é referente ao sistema *Lean construction*.

Com relação ao sistema *Lean construction*, o processo de auditorias leva em consideração 3 macros temas que se subdividem em alguns pontos para análise.

1. *Lean* – Logística:

Neste tópico será visualizado todo o gerenciamento, correlacionando-o com as práticas de melhoramento do processo de execução das frentes de serviços do empreendimento e da diminuição da produção de resíduos, levando em consideração os fatores econômicos: redução de gastos e aproveitamento de

materiais. Os pontos de análise e controle são avaliados de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Itens e controle da logística.

Item	Controle
Central de trinchos / blocos elétricos/ elementos pré moldados	Execução na central - Vergas / Contravergas / Bloco taliscado / Blocos com caixas elétricas
	Identificação dos kits's e cumprimento da meta de fabricação
	Identificação, limpeza e organização da central

Fonte: O autor, 2023.

2. *Lean* – Ferramentas:

São os meios que facilitam e melhoram a gerência das frentes de serviços, ajudando assim a melhorar o fluxo de materiais e pessoas no canteiro de obras, evitando a falta de materiais para execução dos serviços. Os pontos de análise e controle são avaliados de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 – Ferramentas de gestão e controle utilizados.

Item	Controle
Planilha do Andon	Utilização correta da planilha e análise crítica das ocorrências
Ferramenta Andon	Andon nos pavimentos
Heijunka Box e arquivamento de <i>Kanban</i>	Utilização do Heijunka Box com todos os horários atendidos
	Utilização correta da caixa de arquivamento de <i>kanban</i> com acesso apenas para o almoxarife
Avaliação da equipe com a utilização do <i>kanban</i>	As equipes estão comprometidas e entendem o objetivo da utilização do <i>kanban</i> ; solicitação nos horários com o heijunka
Materiais das frentes de serviço com utilização de <i>kanban</i>	Possuem os kits de <i>kanbans</i> entregues antes do início do ciclo, contemplando todos os materiais utilizados. O <i>kanban</i> deve ter quantidade pequena e proporcional de acordo com o guincho.

Fonte: O autor, 2023.

3. Lean - Gestão à Vista.

São os meios que propiciam um ambiente de trabalho com projetos demonstrativos, facilitando o entendimento de todos com relação ao processo construtivo como todo, demonstrando desde os valores a serem pagos aos operários, até as respectivas funções de cada um. Os pontos de análise e controle são avaliados de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3: Itens avaliados e controle da gestão à vista.

Item	Controle
Desenho de Processo	Verificar desenho de processo para os serviços em andamento com validação do Engenheiro e Coordenador
	Desenhos ao início da atividade devem ser elaborados com Índice de mão de obra e material e com pelo menos 50% já executado, apresentar monitoramento previsto X real finalizados.
	Controle de distribuição de pessoal mensal atualizado e de acordo com desenho.
Quadro de Metas	Indicação das atividades de acordo com Tempo x Caminho e seu monitoramento.
	Atualização trimestre
Quadro de Responsabilidade	Indicação de todos os colaboradores da equipe administrativa no quadro.
	Atualização das ações do mês atual.
	Monitoramento para ações realizadas.

Fonte: O autor, 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização da empresa e princípios da *lean construction* adotados em obra.

A construtora analisada é de grande porte, estando entre as 15 maiores construtoras do Brasil e no mercado a mais de 35 anos. Tem sede na cidade do Recife, e atua em 7 estados do nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe), com vários

empreendimentos já finalizados. Tem foco em obras de incorporação e em sistema de condomínio. Possui certificações referentes à ISO 9001, ISO 45001, ISO 14001 e PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat).

É uma empresa já consolidada no mercado, com altos índices de produtividade, indicando que o seu processo de gerenciamento é eficaz, trazendo à tona os benefícios que geram em utilizar o *Lean* como filosofia de gestão de todos os seus empreendimentos.

Todos os envolvidos no processo produtivo (engenheiros, auxiliares de engenharia, estagiários de engenharia e técnicos de edificações, profissionais e serventes, como também terceirizados e toda a equipe que está presente no canteiro) conhecem a filosofia *Lean Construction* e as premissas do STP (Sistema Toyota de Produção) adotados na obra (*Kanban*, *Heijunka Box*, Centrais, Desenho de Processo, Quadro de Metas, Quadro de Responsabilidade, etc).

A *Lean construction* é adotada nesta obra com o objetivo de eliminar desperdícios visíveis e ocultos e resolver problemas de maneira sistemática.

Ferramentas aplicadas em uma edificação vertical – Estudo de caso.

A seguir será demonstrado os procedimentos adotados pela empresa concernente a aplicação da *filosofia Lean Construction* em uma edificação vertical, atuando nas subdivisões de: logística, ferramentas e controle e gestão à vista.

- Lean - Logística

Para uma melhor organização do canteiro, a logística é fundamental, principalmente para que todos os serviços sejam executados da forma mais eficaz e correta, evitando o desperdício e propiciando melhores índices para a construtora.

O empreendimento em construção é todo executado com alvenaria racionalizada, sendo necessário a execução

de locais estratégicos no canteiro de obras para implantação das Centrais de Trinchos, na qual já é pensado previamente sua localização.

O *Lean Construction* auxilia para que o processo construtivo seja o de maior eficiência e com os menores índices de desperdício possível, sendo fundamental ser implementada no canteiro de obras.

No canteiro de obras, de cada torre, há um local estratégico para implementação da central de trinchos, em que geralmente situa-se próximo ao guincho cremalheira.

Nesta central é realizada todas as implementações das caixas elétricas, separação por tamanho dos blocos de alvenaria, cortes e divisões dos eletrodos, separação dos aços para os blocos calhas, implementação dos drenos de ar condicionado e caixas polares, como também a separação dos quadros elétricos.

Esses materiais são separados por apartamento, para que cada frente de serviço execute apenas a elevação da alvenaria, como uma espécie de montagem, reduzindo o desperdício e a sobra de materiais.

A Figura 1 demonstra o local onde são executados os kit's de alvenaria.

Figura 1: Central de Trinchos com identificação dos kit's.



Fonte: O autor, 2023.

Em cada baía, como representado da Figura 1, há placas que identificam o kit executado, com o apartamento referente e

os seus respectivos itens: blocos com as dimensões, kits elétricos, eletrodutos cortados, telas e pinos.

No canteiro, há também o espaço reservado para execução dos pré-moldados, local este que sempre fica próximo a Central de Trincho, pois, para o transporte dos materiais para frente de serviço e separação do mesmo, este posicionamento lado a lado é eficiente.

Na Central de Pré-Moldados são executadas todas as vergas e contra vergas utilizadas sobre as portas e janelas do empreendimento, na qual são separadas por baias identificadas após seu processo construtivo, armazenadas e separadas pelas suas dimensões.

Na Figura 2 pode-se observar a Central de Produção de Pré-moldado, local em que são executados todos os elementos estruturais necessários para utilização no empreendimento, na qual possui todas as formas com as dimensões conforme solicitadas nos projetos, juntamente com os aços e concreto para construção das mesmas.

Já na Figura 3 é mostrado os elementos estruturais formados, concretados e curados, separados para fazerem parte de um kit de construção para o seu devido apartamento.

Figura 2: Central de produção das vergas e contra vergas com as suas respectivas formas.



Fonte: O autor, 2023.

O serviço de alvenaria só é iniciado quando a equipe de engenharia libera o kit com os *kanbans* do apartamento, na qual esse kit é levado para frente de serviço que irá realizar o processo construtivo e armazenado em um local específico dentro

do apartamento, evitando a sobrecarga estrutural.

Figura 3: Central de armazenamento das vergas e contra vergas com placas identificatórias das suas dimensões.



Fonte: O autor, 2023.

Esta prática levou a um ganho de 30% em produtividade das equipes de alvenaria do empreendimento, pois já recebem o material pronto para aplicação, sem necessidade de fazer cortes ou ajustes, além da concretagem das peças: vergas ou contra vergas. Facilitando, portanto, o controle pela equipe de engenharia e auxiliando uma construção com elevados parâmetros de qualidade.

- *Lean* – Ferramentas e controle

Para execução do empreendimento conforme filosofia *Lean Construction*, é necessário a utilização de ferramentas de apoio para que todos os serviços sejam executados com padronização. No canteiro analisado, utilizam-se de algumas ferramentas, como: Planilha *Andon*, Ferramenta *Andon*, *Heijunka Box*, *Kanbans* e suas aplicações nas frentes de serviços.

Um modelo de planilha de controle *Andon* é indicado na Figura 4. Esta foi utilizada para propiciar uma melhor organização dos serviços e transporte da cremalheira, assim as equipes são orientadas para gerenciar e monitorar o desempenho e produtividade das ações realizadas.

Figura 4: Modelo de Planilha *Andon*.

CONTROLE DE PARADAS DO ANDON

OBRA/TORRE:	EDF. VERTICAL	
MÊS:	MARÇO	
AMARELO		
Equipe (Pacote / Local)	CERÂMICA INTERNA	
Data/Hora	14H	14/mar
Motivo de acionamento:	FALTA DE MATERIAL	
1º Por que?	Só estava funcionando 1 cremalheira	
2º Por que?	Demanda grande de clientes para visita	
3º Por que?	Não foi colocado o kanban para o horário	
Solução	Concerto de cremalheira e treinamento	

OBRA/TORRE:	EDF. VERTICAL	
MÊS:	MARÇO	
VERMELHO		
Equipe (Pacote / Local)	REJUNTE EXTERNO	
Data/Hora	8H	22/mar
Motivo de acionamento:	Paralisação do serviço de fachada	
1º Por que?	A balança não estava utilizável	
2º Por que?	Falta de treinamento da equipe	
3º Por que?	Rejunte sendo executado incorreto	
Solução	Treinamentos de execução e uso	

Fonte: O autor, 2023.

Cada operador de máquina que se situam nos guinchos cremalheiras possuem sua planilha, na qual ficam responsáveis pelo preenchimento de informações, como: identificação da obra, o mês para ser avaliado pela equipe de auditoria, todas as situações que acarretam em alguma paralisação do andamento dos guinchos.

Quando a equipe de engenharia recebe os resultados, consegue validar e acompanhar de forma rápida para que os problemas não se repitam.

Geralmente, os problemas mais frequentes se dão pela falta de materiais nas frentes de serviço ou alguma dúvida que requer um profissional técnico para sanar o problema.

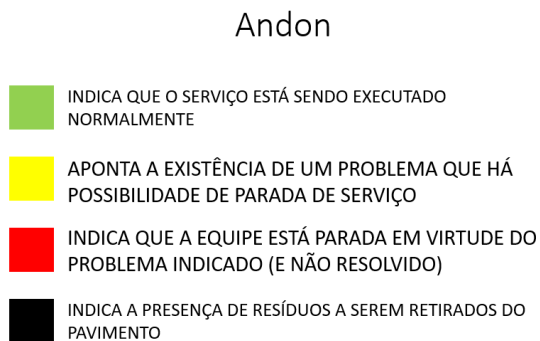
Com isso, a equipe de engenharia inicia um processo de melhoria na logística de materiais, com: delimitação horários específicos para subida deles, melhoria do fluxo de transporte dos mesmos e aumento do seu corpo técnico para que todas as dúvidas sejam sanadas, evitando-se a paralisação da equipe na execução do serviço.

Como os problemas são identificados e a equipe de engenharia é comunicada, é possível fazer as devidas correções de forma rápida, evitando problemas com a programação da obra.

Para facilitar o uso desta planilha tem-se também a ferramenta *Andon* (Figuras 5 e 6) que atua na gestão visual e

facilita a qualidade do processo construtivo dos empreendimentos, sanando os problemas em tempo real, facilitando a gestão de obra. Esta ferramenta funciona por meio de cores sinalizadoras, localizadas em todos os pavimentos (nas cabines de todos os guinchos cremalheiras).

Figura 5: Placas indicativas da ferramenta Andon.



Fonte: O autor, 2023.

Figura 6: Ferramenta Andon localizada em todo pavimento, nas entradas da cremalheira.



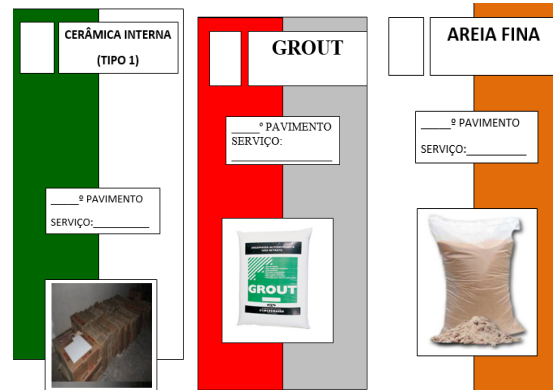
Fonte: O autor, 2023.

Para a melhor logística de material, é utilizado o *kanban*, que é um cartão usado para gerenciar e rastrear os fluxos de materiais. Este possibilita de maneira padronizada, uma dada quantidade de insumos para realização de uma atividade, facilitando a logística de pedidos e compras, diminuindo o desperdício e facilitando o acompanhamento da equipe.

Os cartões seguem um padrão de cores e tamanhos, para que o processo seja o mais fácil possível de entendimento. A empresa adota um estilo padrão dos seus cartões, que são disponibilizados para

todos os empreendimentos. A Figura 7 mostra um modelo de *Kanban* utilizado pela empresa.

Figura 7: Modelo de *Kanban*.



Fonte: O autor, 2023.

Já a Figura 8 destaca o local de armazenamento deles.

Figura 8: Quadro de armazenamento de Kanban, localizada na engenharia da obra.



Fonte: O autor, 2023.

Como visto, na Figura 8 está representado alguns dos modelos de Kanban's utilizados pela construtora, cada qual com seu material e cor representativa, facilitando a visualização do material.

Figura 9: Heijunka Box.





Fonte: O autor, 2023.

A *Heijunka Box* é uma outra ferramenta utilizada na *Lean Construction*, é uma caixa física usada para armazenar os cartões de *Kanban*, controlando toda a sequência e quantidade de materiais destrinchados no mesmo.

A Figura 9 demonstra um modelo de *Heijunka Box*, na qual podemos observar todos os locais para armazenamento do *kanban* com seus respectivos horários para uso.

Neste quadro deve estar contido todos os materiais necessários para realização do mesmo, sinalizando a quantidade, o pavimento que está sendo realizado o serviço, para que a equipe de logística, que fica responsável pela separação e transporte dos materiais no respectivos horários e pavimentos consigam realizá-los de forma eficaz e tranquila.

Para que seja utilizado todas essas ferramentas, é necessário que todas as equipes alterem seu método de trabalho para a metodologia *Lean Construction*.

Para implementação dessa cultura a empresa teve que organizar inúmeros treinamentos demonstrando os pontos positivos do uso, para que toda a equipe se adeque ao seu modo de trabalho.

Em seus canteiros, todos os serviços executados (desde os realizados pela construtora até os terceirizados) devem ser realizado com a utilização do *kanban*.

Após todo o treinamento e mudança no perfil construtivo da empresa, os números de desperdício na etapa de acabamento reduziram (por volta de 40%).

A gestão da obra consegue analisar a quantidade de material que está sendo utilizada em cada frente de serviço e, quando ocorre alguma alteração nesses

valores, já é feita uma análise para identificar o erro e organizar um plano de ação para evitar a sua recorrência.

Como toda frente de serviço utiliza seu kit de *kanban*, a equipe técnica fica responsável pelo cadastramento de liberação desses materiais e atualização junto ao almoxarifado dessas saídas, gerando dados atualizados diariamente de estoque.

Para a obra em questão e com o intuito de reduzir gastos, é feito o controle de insumos de todos os materiais utilizados nas frentes de serviços, pelo engenheiro da obra e o almoxarife, auxiliados pela ferramenta *Kanban*. Os mesmos ficam responsáveis pelas solicitações de materiais para toda a construção.

No quadro 4, é possível observar um modelo genérico da análise do controle de material para o serviço de alvenaria estrutura, feita pela equipe de engenharia e almoxarifado.

Quadro 4: Controle de saída de material.

PAV.	ELETRODU-TO	BLOCO ELETRICO (AS/AM)	TELAS (P/G)
1PAV	73 m	39 und	275 und
2	74 m	39 und	275 und
3	73 m	39 und	275 und
4	74 m	39	275
5	74	39	275
6	74	39	275
7	74	39	275
8	74	39	275

Fonte: O autor, 2023.

Nessa planilha há o preenchimento de todos os itens que são liberados através do *kanban*, identificado por pavimento ou apartamento, vinculado na rede para vinculação entre almoxarifado e obra.

- Lean – Gestão à vista

Para uma melhor visualização e entendimento da obra, a sala de engenharia possui a gestão à vista, com o layout de

canteiro atualizado conforme os serviços que estão sendo executados e com memórias de cálculos reais dos armazenamentos dos materiais, conforme mostram as Figuras 10 a) e b) e 11.

Figura 10 - Figura 11: Layout de Canteiro das Torres A e B.



a)



b)

Fonte: O autor, 2023.

Figura 11: Layout de Canteiro do Edf. Garagem



Fonte: O autor, 2023.

No Desenho do processo é visto os serviços em andamento, índices de

mão-de-obra e material e o controle de distribuição do pessoal (mensal).

O valor da mão de obra dos empregados é definido pelo Desenho de Processo, juntamente com a quantidade de funcionários necessários para realização do serviço e o tempo para execução do mesmo.

Para validação do preço, há tabelas que são preenchidas levando em consideração o orçamento analítico do empreendimento, juntamente com uma planilha de produtividade do estado de Pernambuco (padrão da empresa), após preenchimento, verifica-se se está dentro dos padrões de salários de Pernambuco para validação pelo coordenador de engenharia.

O valor encontrado deve ser validado pelo engenheiro e coordenador da obra, em que deve ser feita também uma análise do consumo de material para execução do serviço (retirando de dados da construtora) e a distribuição dos operários nas suas devidas funções.

Na figura 12, é possível observar o preenchimento do serviço a ser executado, sua respectiva área e o valor a máximo a ser pago conforme índices de orçamento. Logo após é feita a análise do valor para adequação do mesmo para o serviço, dando a possibilidade do gestor de obra aumentar ou diminuir, validando sempre com o seu superior (coordenador), e por fim, resultando no valor a ser pago ao profissional.

Todos os serviços que estiverem sendo executados no empreendimento devem possuir um Desenho de Processo, auxiliando no fluxo, custo e prazo conforme Figura 12.

Além do valor do serviço que está sendo executado, o desenho de processo faz uma comparação do consumo de material por serviço, retirando índices do orçamento analítico e comparando com os consumos reais (analisando equipe por equipe). Com isso, o engenheiro consegue analisar se as equipes estão realizando seus

serviços com ou sem desperdício de materiais.

Figura 12: Modelo de Desenho de Processo

Empreitada Orcamento				
SERVIÇOS	Quant	Und	P. Unit.	Total
1A Fachada 5x5cm - Re	15,98	M2	0,00	R\$ -
0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ -
				R\$ -
				R\$ -
				R\$ -
TOTAL				R\$ -
1A Fachada 5x5cm - Re	15,98	M2	2,47	R\$ 39,42
0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ -
				R\$ -
				R\$ -
				R\$ -
TOTAL				R\$ 39,42
				R\$ 39,42
				R\$ 85,94

Desvio Empreitadas	0,14%
---------------------------	--------------

Empreitada Real				
SERVIÇOS	Quant	Und	P. Unit.	Total
ASTILHA Fachada 5x5cm - Rej e Lin	15,98	M2	0,00	R\$ -
0,00	0,00	0,00	0,00	R\$ -
TOTAL				R\$ -
ASTILHA Fachada 5x5cm - Rej e Lin	15,98	M2	2,47	R\$ 39,47
0,00	0,00	0,00	0,84	R\$ -
TOTAL				R\$ 39,47
				R\$ 39,47
				R\$ 86,05

Valor à Pagar - Empreitada Real			
Profissional		#DIV/0!	R\$/MÊS
Servente	39,474305	769,748948	R\$/MÊS

Fonte: O autor, 2023.

Ainda, para uma melhor visualização e entendimento da obra como um todo, de forma rápida, na Gestão à vista, elementos, como: quadro de metas e quadro de responsabilidades também são analisados

O Quadro de Metas é uma ferramenta visual de gerência que ajuda a equipe a definir e acompanhar as metas dadas pela equipe de planejamento, na qual são projetadas e retiradas do Tempo x Caminho da construção do empreendimento.

O quadro é aplicado na parede da engenharia, com as metas trimestrais, que devem ser listadas e acompanhadas. É feito o preenchimento com as atividades que estão sendo executadas no próprio mês e as dos próximos 2 meses, para que o gestor

consiga enxergar os próximos passos da obra e dimensionar a equipe de produção e a compra de materiais de forma prévia.

A Figura 13 demonstra o modelo de quadro de metas utilizado pela construtora.

Figura 13: Modelo de Quadro de Metas

QUADRO DE METAS						
MESES	ABRIL				MAIO	
SEMANA	1	2	3	4	1	2
ALV. INT.	AP. 3401	AP. 3402	AP. 3501	AP. 3502	AP. 3601	AP. 3602
CER. INT.	AP. 101	AP. 102	AP. 201	AP. 202	AP. 301	AP. 302
SERVIÇO	AP.	AP.	AP.	AP.	AP.	AP.

QUADRO DE METAS					
MAIO		JUNHO			
3	4	1	2	3	4
AP. 3701	AP. 3702	-	-	-	-
AP. 402	AP. 402	AP. 501	AP. 502	AP. 601	AP. 602
AP.	AP.	AP.	AP.	AP.	AP.

Continuação Figura 13.

Fonte: O autor, 2023.

O Quadro de Responsabilidade é outra ferramenta de gestão visual, situada também na engenharia da obra, ajudando a equipe a dimensionar as atividades, colocando prazos e responsabilidades para todos que fazem parte da equipe de gestão (Engenheiro, Auxiliar de Engenharia, Estagiário, Técnico de Edificações, Encarregado e Almoxarife).

A Figura 14 demonstra o modelo de quadro utilizado pela empresa em seus empreendimentos, na qual coloca-se o nome de toda a equipe, suas funções abaixo com os respectivos prazos para execução.

Figura 14: Modelo de Quadro de Responsabilidade.

QUADRO DE RESPONSABILIDADES		
PROFISSIONAL 1	PROFISSIONAL 2	PROFISSIONAL 3
CARGO	CARGO	CARGO
Responsabilidades do profissional 1	Responsabilidades do profissional 2	Responsabilidades do profissional 3

Fonte: O autor, 2023.

Utilizando-se esses quadros, a equipe de engenharia consegue enxergar todo o processo construtivo do empreendimento de forma mais fácil, pois fica visto os locais em que as equipes

devem atuar em cada semana, como também sua função.

Outro ponto importante é que qualquer visita que ocorra no empreendimento, será possível visualizar e entender de forma visual os serviços que estão sendo executados, o local e os seus respectivos responsáveis, tornando o canteiro com uma gestão à vista ativa e eficaz.

Utilizando-se dessas ferramentas de gestão a vista, obteve-se melhores índices de produtividade principalmente para a equipe de engenharia correlação ao planejamento a ser seguido, pois, de forma visual, é possível identificar os serviços que estão atrasados, as atividades que já foram realizadas, gerando um ganho no tempo de trabalho e um entendimento geral do andamento da obra.

CONCLUSÃO

O planejamento é o carro chefe para que a execução da obra seja fundamentada sob a ótica da filosofia *Lean Construction*.

A *Lean Construction* (construção enxuta) requer um olhar mais fixo sob o custo, fluxo e prazos das atividades desenvolvidas no empreendimento. Para isto, é importante a utilização de técnicas construtivas mais eficientes, eliminação do imprevisto durante a execução dos serviços, manter a organização dos canteiros e aumentar a produtividade e qualidade do empreendimento.

O presente artigo trouxe informações pertinentes quanto ao uso do Sistema *Lean Construction*, metodologia de projetos e construção, baseado nos princípios do Sistema Toyota de Produção.

Na construção de obra vertical residencial, a aplicação do Sistema *Lean Construction* trouxe muitos benefícios, tais como: redução do desperdício, melhoria da qualidade dos produtos, maior

produtividade, maior envolvimento dos colaboradores, maior satisfação do cliente.

O sistema visa maximizar o valor entregue ao cliente ao mesmo tempo que minimiza o desperdício e otimiza a eficiência do processo de construção.

A aplicação do *Lean Construction* para esta construção vertical está sendo benéfica, pois, para entrega do projeto dentro do prazo e orçamento, é necessário que se tenha uma gerência eficiente no tempo, recursos e materiais; o que foi visualizado ao longo de todo acompanhamento desta obra.

No empreendimento analisado foi visto um planejamento detalhado, um fluxo contínuo, redução do desperdício, melhoria contínua e o envolvimento de todos os trabalhadores envolvidos neste projeto. A construtora empenhou-se em envolver toda a sua equipe de projeto, desde o engenheiro até os trabalhadores da obra.

O presente empreendimento reduziu o período de construção do empreendimento, como visto, utilizando a gestão visual, a produção enxuta, e o *kanban*, elementos fundamentais para construção sob a filosofia *Lean Construction*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASGARI, Z.; RAHIMIAN, F. P. Advanced virtual reality applications and intelligent agents for construction process optimization and defect prevention. **Procedia Engineering**, Primosten, v. 196, p. 1130-1137, jun. 2017.

BAJJOU, M.S.; CHAFI, A. Lean Construction Implementation In The

Moroccan Construction Industry: Awareness, Benefits And Barriers. **Journal Of Engineering, Design And Technology**. Vol. 16 No. 4, p. 533-556, 2018.

BOHNEBERGER, J. et al. Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 299-311, jan/mar, 2018.

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.

POSSENTI, C.; PONTILI, R. M. Influências do PAC no setor da construção civil, no período de 2007 a 2012. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL EM GESTÃO DE NEGÓCIOS, 1., 2015, Cascavel. **Anais** [...]. Cascavel: UNIOESTE, 2015. Disponível em: <https://silo.tips/download/influencias-do-pac-no-setor-da-construcao-civil-no-periodo-de-2007-a-2012>. Acesso em: 02 ago. 2023.

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.

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.

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.

PULAKKA, S.; VARES, S.; NYKANEN, E.; SARRI, M.; HAKKINEN, T. Lean production of cost optimal wooden nzeb. **Energy Procedia**, Estônia e Finlândia, v. 96, p.202-211, set. 2016.

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.

SOUZA, B. A; OLIVEIRA, C. A. C.; SANTATA, J. C. O.; NETO; L. A. C. V.; SANTOS, D. G. Análise dos indicadores PIB nacional e PIB da indústria da construção civil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, v. 17, n. 31, p. 140-150, jan/jun. 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.