



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

NACYER LUIZ SOUSA

**ANÁLISE E APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION*: EM UMA
INCORPORADORA NA CIDADE DE TUBARÃO-SC**

Tubarão

2022

NACYER LUIZ SOUSA

**ANÁLISE E APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION*: EM UMA
INCORPORADORA NA CIDADE DE TUBARÃO-SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.

Tubarão
2022

NACYER LUIZ SOUSA

**ANÁLISE E APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION*: EM UMA
INCORPORADORA NA CIDADE DE TUBARÃO-SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 25 de novembro de 2022.

Professora e orientadora Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Gercino Preve, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Michel Vieira, Bel.
Treze Incorporadora

A todos que participaram dessa minha jornada e que me agregaram tornando essa conquista possível. Aos meus colegas de trabalho, professores, família e amigos, para sempre serei grato.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais que foram indispensáveis para minha formação, que sempre me deram todo o apoio necessário.

Agradeço à empresa onde trabalhei e principalmente ao engenheiro Michel que foi o profissional de engenharia civil que eu tive mais contato e que me ensinou grande parte do que eu sei sobre engenharia civil no canteiro de obras

Agradeço à minha professora orientadora que não mediu esforços para a conclusão desse trabalho e auxiliou sempre que precisei.

“Há uma forma de fazer isso melhor – encontre-a” (Thomas Edison).

RESUMO

Entender, visualizar e compreender os desperdícios que acontecem todos os dias na construção civil é uma tarefa muito difícil, principalmente quando não se há um bom planejamento e uma gestão bem entrosada controlando as ações da empresa e de suas obras em execução. No setor da construção civil, observou-se um grande aumento no custo dos materiais e baixa qualidade da mão de obra, e por causa desses dois fatores, o Lean Construction é uma metodologia que se aplica muito bem no cenário atual. Este trabalho de pesquisa tem como objetivo dar uma breve introdução sobre o que é o Lean Construction e como ele veio parar no Brasil, e também estudar a aplicação dos onze princípios do Lean Construction em uma construtora da cidade de Tubarão-SC apresentando também as principais melhorias alcançadas e dificuldades enfrentadas na sua implementação. Através desta análise foi possível identificar as melhorias que o conceito trouxe para a construtora em questão, apesar das dificuldades enfrentadas em sua implantação, que exige uma forte mudança na forma de enxergar um processo construtivo, à empresa conseguiu bons resultados com a redução dos desperdícios antes ignorados pelo modelo tradicional de construção. O estudo mostra que a implementação do Lean na empresa é sempre bem-vinda, pois além de fácil e baixo custo de implementação, os benefícios adquiridos com ele são significativos.

Palavras-chave: Lean Construction. Construção Civil. Gestão.

ABSTRACT

Understanding, visualizing and understanding the waste that happens every day in civil construction is a very difficult task, especially when there is not good planning and well-meshed management controlling the company's actions and its works in execution. In the civil construction sector, there has been a large increase in the cost of materials and low quality of labor, and because of these two factors, Lean Construction is a methodology that applies very well in the current scenario. This research work aims to give a brief introduction about what Lean Construction is and how it ended up in Brazil, and also to study the application of the eleven principles of Lean Construction in a construction company in the city of Tubarão-SC, also presenting the main improvements achieved and difficulties faced in their implementation. Through this analysis it was possible to identify the improvements that the concept brought to the construction company in question, despite the difficulties faced in its implementation, which requires a strong change in the way of seeing a constructive process, the company achieved good results with the reduction of waste before ignored by the traditional model of construction. The study shows that the implementation of Lean in the company is always welcome, because in addition to the easy and low cost of implementation, the benefits acquired with it are significant.

Keywords: Lean Construction, Civil Construction, Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Base STP	19
Figura 2: Processo <i>Lean</i>	22
Figura 3: Tempo de ciclo.....	24
Figura 4: Quadro LAGE	29
Figura 5: Estudo do setor betoneira	30
Figura 6: Layout da betoneira.....	31
Figura 7: Projeto de alvenaria.....	32
Figura 8: Quadro de tarefas	34
Figura 9: Diário Semanal de Segurança (DSS)	34
Figura 10: Quadro do cronograma destrinchado	35
Figura 11: Quadro LAGE	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo geral	14
1.2.2	Objetivos específicos	14
2	REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA.....	15
2.1	PRODUÇÃO ARTESANAL	15
2.2	PRODUÇÃO EM MASSA.....	15
2.2.1	Fordismo	16
2.2.2	Toyotismo.....	16
2.3	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	17
2.3.1	<i>Just in time</i> (JIT).....	19
2.3.2	Jidoka	20
2.3.3	Sistema <i>Poka-Yoke</i>	20
2.4	LEAN CONSTRUCTION	21
2.4.1	Construção método convencional	21
2.4.2	Construção Enxuta.....	22
2.4.3	Aplicação dos onze princípios da nova filosofia de construção.....	23
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	27
3.1	MÉTODO	27
3.2	TIPO DE PESQUISA	27
3.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	27
3.4	INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS	27
4	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	28
4.1	PERFIL DA EMPRESA	28
4.2	PERFIL DO ENTREVISTADO	28
4.3	GEMBA E KATA.....	28
4.4	ANÁLISE DOS ONZE PRINCÍPIOS DO LEAN CONSTRUCTION.....	29
4.4.1	1º Princípio: Diminuir as atividades que não agregam valor ao produto.....	29
4.4.2	2º Princípio: Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes	31
4.4.3	3º Princípio: Reduzir a variabilidade	32

4.4.4	4º Princípio: Diminuir o tempo de ciclo da produção.....	33
4.4.5	5º Princípio: Simplificar com a redução do número de partes e passos.....	33
4.4.6	6º Princípio: Possibilitar a flexibilidade da execução	33
4.4.7	7º Princípio: Tornar o processo transparente	34
4.4.8	8º Princípio: Focar no controle do processo completo.....	35
4.4.9	9º Princípio: Implantar a melhoria contínua no processo.....	35
4.4.10	10º Princípio: Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo	36
4.4.11	11º Princípio: Benchmarking	36
4.5	BENEFÍCIOS E DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN	37
4.6	ESTUDOS REALIZADOS	38
5	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE	43
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO LEAN.....	44

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma grande impulsionadora da economia no Brasil, “A indústria da construção Civil (ICC) está ligada ao desenvolvimento econômico de qualquer país do mundo pois contribui para diversos setores da sociedade, gerando empregos e arrecadação de impostos para o governo” (SARHAN et al .., 2017; TEZEL et al.2018, apud LACERDA 2022). Porém viu-se que é também uma das que menos vem sendo empregadas novas técnicas para aumentar sua produtividade e segundo Arantes (2018), o conceito de produtividade pode ser explicado como a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de fabricação, com o objetivo de se obter a melhor e maior produção com o menor custo possível. Visto isso, incorporadores decidiram buscar e estudar novas formas para aumentar a produtividade no setor da construção civil.

Melhorar o planejamento da obra e focar em melhorar cada parte de seus processos é uma tarefa difícil, porém necessária, o Lean foca em eliminar desperdícios pois eles estão cada vez sendo mais vistos como algo normal, conforme dito Harada (2018). No mercado construtivo contemporâneo brasileiro é comum a presença de problemas nos planejamentos de obras que resultam em atrasos de entrega, estoques excessivos, custos maiores do que realizado em projeto e má qualidade das construções. No Brasil, infelizmente, esse tipo de situação está se tornando tão comum que já não se vê mais problema nisso.

No Japão, a Toyota se destacou com o sistema Toyotismo, que serve de base para o método *Lean Production*, que é o melhor ou um dos melhores métodos de produção do mundo, e com isso a construção civil criou sua versão adaptada e chamou de “*Lean Construction*” que tem como base o Lean convencional que já vinha sendo aplicado em diversas fabricas no mundo. Koskela foi um dos pioneiros do *lean construction* no Brasil chegou a publicar um trabalho acadêmico chamado “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” (Aplicação da nova filosofia de produção na indústria da construção) e avaliou a aplicabilidade do sistema de produção que originalmente veio da indústria automobilística, para a indústria da construção civil e assim se originou a “Construção Enxuta” (KOSKELA, 1992).

Esse método tem como objetivo diminuir o tempo das atividades de produção de seus produtos e também de organizar e planejar melhor todo o ambiente para que isso aconteça, além de também incentivar seus colaboradores a buscar sempre ideias para

melhorar cada vez mais o trabalho, tornando um ambiente interativo onde todos possam contribuir com seu conhecimento e ser valorizado por isso.

Além do foco em eliminar desperdícios de tempo e materiais, o *lean* busca uma maior ergonomia e segurança para os colaboradores, evitando possíveis imprevistos como acidentes ou até mesmo dores nos funcionários por conta da ergonomia dos equipamentos.

O estudo de caso nesse trabalho será feito na cidade de Tubarão-SC onde uma incorporadora de forte influência na cidade, viu necessidade da utilização de sistemas e métodos mais atualizados para aumentar a sua produtividade, gerar mais lucros e agregar mais valor ao cliente, melhorando sua experiência com a compra de imóveis.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

Uma incorporadora da cidade de Tubarão, vendo o grande aumento do valor dos materiais e a queda da qualidade de mão de obra nesses últimos anos e em especial nesse período em que ocorreu a pandemia por conta do vírus da COVID-19 que ocasionou diversas faltas, paralisações de obra e preocupações a mais em questões de segurança dos colaboradores, procurou um sistema de produção para aumentar a produtividade dos funcionários, e melhorar o planejamento e gestão da obra, com o objetivo de evitar o atraso para a entrega final dos apartamentos aos clientes.

Observou-se que muitas construtoras e incorporadoras da região estão atrasadas no quesito de tecnologia e inovação. Continuam fazendo a mesma coisa por anos esperando os mesmos resultados, mas com tantas mudanças e situações inesperadas acontecendo no mercado, o melhor jeito de não ter prejuízo é aplicar mudanças, e principalmente dar mais atenção ao planejamento e gerenciamento de recursos, tanto humanos quanto materiais.

O grande desafio do Lean na construção civil é a sua implementação em um ambiente onde se encontram colaboradores de baixa escolaridade e com a mente mais fechada para mudanças, onde a experiência adquirida é por meio de anos de prática, trabalhando quase sempre da mesma forma gerando por muitas vezes movimentações mal pensadas e planejadas gerando desperdício de tempo e materiais.

Em 1911 Taylor escreveu: “Vemos e sentimos o desperdício das coisas materiais, mas os movimentos desajeitados ineficientes ou mal direcionados dos homens não deixam para trás nada visível ou tangível. A avaliação deles exige um ato de memória,

um esforço da imaginação. E por esse motivo, ainda que nossa perda diária por essa fonte seja maior que o desperdício de coisas materiais, este último nos abalou profundamente, ao passo que a primeira nos comoveu muito pouco”. Podemos concluir que notamos muito mais os desperdícios de materiais do que os desperdícios humanos por conta de o primeiro ser algo mais visível e perceptível. O trabalho humano de qualidade na construção civil está se tornando algo cada vez mais escasso e por isso o *Lean Construction* é uma filosofia de trabalho que deve ser vista com bons olhos.

1.2 OBJETIVOS

Neste capítulo, será abordado o objetivo desse trabalho de pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Analisar os efeitos da aplicação do *Lean Construction* com foco na redução dos desperdícios e aumento da produtividade e eficiência da mão de obra por meio de um estudo de caso em uma obra localizada na cidade de Tubarão-SC.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Aplicação dos onze princípios do *Lean Construction*;
- b) Observar as melhorias que a filosofia Lean trouxe para a empresa;
- c) Apresentar estudos realizados na obra.

2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

Nesse capítulo abordaremos um pouco dos conceitos do *lean* e apresentaremos como foram desenvolvidos os sistemas de produção e como foram evoluindo ao longo do tempo e qual foi o objetivo da criação do sistema do *Lean Construction*.

2.1 PRODUÇÃO ARTESANAL

Pioneiro sistema de produção foi o sistema de produção artesanal, onde o processo de produção era muito mais devagar e manual, e isso deixava seu produto muito mais caro, porém o cliente tinha o privilégio de lidar diretamente com o fabricante e produzir um produto único. O cliente participa e tem conhecimento de todas as etapas construtivas do processo, podendo ajustá-lo conforme suas exigências. O Conselho Mundial de Artesanato apresenta o trabalho artesanal como uma atividade produtiva que acabe em artefatos e objetos acabados, executados manualmente ou com a utilização de soluções tradicionais ou rudimentares, com destreza, habilidade, criatividade e qualidade (SEBRAE, 2004, p 21, apud WESLERLON, 2021).

2.2 PRODUÇÃO EM MASSA

Identificou-se que o sistema de produção artesanal era exclusivo para pessoas de alto poder aquisitivo e era uma produção fora de padrão que tinha problemas de qualidade por conta de cada produto ser seu protótipo. Fred Wislow Taylor, teve a brilhante ideia de aplicar conhecimentos científicos à manufatura, criou as bases do sistema de produção em massa (MONDEN, 2015).

Segundo Pascal (2008) a produção em massa se baseava no uso do planejamento e controle, com auxílio de máquinas industriais a fim de depender menos da mão de obra humana e ter mais padronização do processo de produção, com isso foi deixado tarefas mais repetitivas e de ciclo rápido para a mão de obra, necessitando menos de uma pessoa altamente capacitada para realizar algumas tarefas. Pascal (2008) também comenta e no final levanta uma questão para os dias de hoje “A Premissa Básica do sistema de Taylor é que a mão-de-obra não possuía a instrução necessária para planejar o trabalho. Essa premissa pode ter sido válida para o início do século passado, será que é verdade hoje em dia?”

O Taylorismo, como foi chamado o movimento criado por Taylor, veio como base para os futuros sistemas de produção e produziu uma revolução industrial no setor de manufatura, entre as vantagens que esse movimento proporcionou ao mercado podemos incluir:

- a) Padronização do trabalho;
- b) Redução no tempo de ciclo;
- c) Começou a se estudar o tempo e o movimento da produção a fim de melhorar o processo.

2.2.1 Fordismo

Com o final da primeira Guerra Mundial, Henry Ford e Alfred Sloan (General Motors) tornaram-se os precursores na alteração de processos de fabricação, abandonando séculos de produção artesanal para dar início a era da produção em massa (JUNQUEIRA, 2006, p6).

Pascal (2008) comenta em seu livro: “O cerne da produção em massa não foi a linha de montagem. Foi na verdade, a possibilidade de total intercâmbio de peças e a facilidade de montagem. Essas inovações por sua vez, tornaram a linha de montagem possível”. Henry Ford revolucionou o mercado trazendo a ideia de uma esteira rolante para eliminar o desperdício de movimento entre seus funcionários, invés do trabalhador ir até o carro para a montagem, passou-se a inverter o processo, o carro começou ir até o trabalhador por meio de uma esteira rolante, e isso fez com que equilibrasse a produção, pois antes um funcionário mais rápido apressava o funcionário mais lento e agora com a esteira, o funcionário mais lento teria que automaticamente aumentar seu ritmo para poder acompanhar o fluxo, adotando o princípio da produção puxada, um dos princípios do *Lean*.

2.2.2 Toyotismo

A Toyota e o Japão ambos passavam por uma grande crise pós Segunda Guerra Mundial, e no ano de 1950 um engenheiro japonês chamado Eiji Toyoda visitou uma das fábricas da Ford em Detroit e notou a enorme diferença entre a fábrica visitada com a sua. Em treze anos de existência a Toyota havia produzido apenas 2685 unidades de

automóveis enquanto a rival norte americana estava produzindo cerca de 7000 unidades por dia (DENNIS, 2008).

Depois de estudar os métodos utilizados na Rouge, uma das fábricas da Ford, Eiji e seu engenheiro Taiichi Ohno concluíram que a produção em massa não funcionaria no Japão, porém notaram também que existem outros métodos para melhorar seu sistema de produção (OHNO, 1997).

Dennis (2008) destacou as particularidades de não conseguir implementar o sistema americano na indústria japonesa:

- a) O mercado interno era pequeno e demandava uma grande variedade de veículos – Caminhões grandes para carregar produtos para o mercado, Caminhões pequenos para agricultores, carros de luxo para a elite e carros pequenos adequados para as estradas estreitas e altos preços de combustível no Japão;
- b) A economia japonesa, devastada pela guerra, estava carente de capital. Portando um grande investimento nas últimas tecnologias ocidentais era impossível;
- c) O mundo externo já possuía dezenas de fábricas de automóveis já estabelecidas, ansiosas para se fixar no Japão e defender seus mercados contra exportações japonesas.

2.3 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Apenas um milagre tiraria a Toyota da grande crise japonesa pós guerra mundial, vendo todas as dificuldades apontadas anteriormente, Eiji Toyoda e seu engenheiro Taiichi Ohno se viram obrigados à implantar um sistema que encaixasse nas suas limitações e que fosse aplicável. Depois de estudar as fábricas norte americanas, tiveram brilhantes ideias para implantar em sua própria fábrica, criando assim um sistema único que funciona até nos dias atuais (DENNIS, 2008).

De acordo com Ghinato, P. (1995), o Sistema Toyota de produção (STP) tem sido unanimemente apontado como o mais eficaz modelo de gerenciamento industrial e tem se mostrado flexível quanto às transferências para outros ambientes. A implantação de fábricas japonesas nos EUA tem servido como exemplo incontestável dessa possibilidade. Nos dias atuais, diversas empresas de diferentes setores estão procurando cada vez mais implantar o STP por conta das dificuldades atuais e também visando aumentar os lucros, buscando cada vez mais padronizar seus processos e melhorar o

planejamento. De acordo com Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção é um método que prioriza acabar com o desperdício a fim de aumentar a produtividade. Tudo o que aumenta o custo e não agrega valor ao produto é considerado um desperdício na produção.

Liker (2004) apresenta os desperdícios como:

1. Superprodução: Se caracteriza quando ocorre produção de uma grande quantidade de produtos que não possuem demanda, gerando desperdícios com mão de obra, consumo elevado e desnecessário de matéria prima e estoque excessivo;
2. Espera: Quando o colaborador fica ocioso na produção, pode ocorrer por falta de matéria prima, desbalanceamento de fluxo, falta de ferramentas de trabalho, atraso nos processos e gargalos de capacidade;
3. Transporte: Causado pela movimentação desnecessária de matéria prima e estoques. Este desperdício geralmente está relacionado a um layout ineficiente;
4. Superprocessamento: Ocorre quando se adiciona mais valor ao produto do que os clientes estejam dispostos a pagar, ou quando se permite que uma atividade que não agrega valor se infiltre em um processo;
5. Estoque desnecessário: Quando existe excesso de estoque de matéria prima, de produtos acabados ou de produtos entre os processos produtivos, são gerados custos de armazenagem, de transporte e obsolescência de materiais. Além disso, o estoque excessivo dificulta a visualização do desbalanceamento da produção (gargalos);
6. Movimentação: Ocorre quando o colaborador realiza qualquer movimento considerado desnecessário durante um processo ou operação, entre eles, procurar por matéria prima ou ferramentas de trabalho;
7. Retrabalho: É quando um trabalho precisa ser refeito, podendo ser na sua totalidade ou em partes. A falta de qualidade no produto ou no processo gera este desperdício;
8. Intelectual: Não utilização ou subutilização do talento, habilidade e conhecimento das pessoas.

Figura 1: Base STP



Fonte: Ghinato, 1996.

2.3.1 *Just in time* (JIT)

Já dizia Yuchiro Moden (2015) *Just-in-time* (JIT) significa basicamente produzir as unidades necessárias nas quantidades necessárias dentro do tempo necessário. Automação (em japonês *Ninben-no-arui Jidoka*, que costuma ser abreviado como *jidoka*) pode ser interpretado abertamente como o controle autônomo de defeitos. Ela dá suporte ao JIT ao jamais permitir que unidades com defeitos provenientes de processos precedentes sejam produzidas e prejudiquem os processos subsequentes.

Just in time é a base do sistema Toyota de produção, base de todos os princípios. A aplicação do *just in time* em todos os processos não é um processo fácil, a complexidade e as particularidades de cada processo tornam sua aplicação uma árdua tarefa a ser cumprida. São necessários anos de persistência e aplicação para que o processo flua de uma boa maneira.

Conforme Ohno (1997, p. 4):

Uma falha na previsão, um erro no preenchimento de formulários, produtos defeituosos e retrabalho, problemas com o equipamento, absenteísmo - os problemas são incontáveis. Um problema no início do processo sempre resulta em um produto defeituoso no final do processo. Isto irá parar a linha de produção ou alterar um plano, independentemente da sua vontade. Ao desconsiderar tais situações e considerando apenas o plano de produção para cada processo, produziríamos as partes sem preocupação com os processos seguintes. Teríamos desperdício como resultado - componentes defeituosos, de um lado, imensos estoques de componentes desnecessários, de outro. Isto reduz tanto a produtividade quanto a lucratividade.

2.3.2 Jidoka

De acordo com Ghinato (1996), a Autonomiação (*jidoka*) consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade no processamento. Este conceito surgiu na Toyota a partir dos esforços de Ohno para que um trabalhador pudesse operar simultaneamente mais de uma máquina, aumentando com isso a eficiência da produção.

A Autonomiação é a automação com o toque humano, possibilitando o operador a ter controle sobre a máquina e inventar um dispositivo que identifique qualquer falha que possa ter com a máquina e que impeça seu funcionamento automaticamente, simplificando, o operador pode operar diversas máquinas sem precisar necessariamente estar na frente delas evitando possíveis erros graves na produção, pois se um problema não for identificado logo no começo, o lote inteiro poderá estar comprometido.

2.3.3 Sistema Poka-Yoke

O sistema *Poka-Yoke* é um dispositivo que complementa o método *Jidoka*. Com a finalidade de obter mais qualidade nos processos de produção foi inventado uma nova lista de inspeções a fim de se evitar erros, e isso fez com que ocorressem revoltas por parte dos trabalhadores na época pela cobrança excessiva sobre eles, e então foi inventado um dispositivo que sinalizasse erros ocorridos nas atividades realizadas, identificando e comunicando aos operadores que ocorreu algum erro com a máquina e que ela deve ser verificada (GHINATO, 1999).

De acordo com Ghinato (1999, p. 8), o dispositivo "*poka-yoke*" é um mecanismo de detecção de anormalidades que, acoplado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade. Na verdade, o "*poka-yoke*" é mais do que apenas um mecanismo de detecção de erros ou defeitos; é um recurso utilizado com o principal objetivo de apontar ao operador (ou à máquina) a maneira adequada de realizar uma determinada operação. É, em resumo, uma forma de bloquear as principais interferências (normalmente erros humanos) na execução da operação.

Conforme Ghinato (1999, p. 10):

No âmbito da garantia da qualidade, o processo de inspeção ganha uma nova e ampliada dimensão, passando da aplicação como mero mecanismo de detecção de defeitos para uma atuação preventiva através da detecção de anormalidades (erros) no processamento. A chave para o atingimento do zero defeitos é exatamente esta mudança de foco. A partir daí, é necessária

uma reavaliação dos métodos de controle utilizados, pois os sistemas *poka-yoke* na fonte podem ser aplicados com vantagem como instrumentos de controle dos processos de fabricação. Existem alternativas pouco exploradas de associar os sistemas *Poka-Yoke* a outros métodos (C.E.P., por exemplo), que surgem como promissoras e poderosas ferramentas para a prática do controle dos processos.

2.4 LEAN CONSTRUCTION

Segundo Junqueira (2006) a construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes, e por isso mesmo, mostra-se um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta.

Grandes resultados podem ser obtidos com a aplicação do *lean construction*, porém sempre deve-se estudar a viabilidade da aplicação desses conceitos, muitas resistências acontecerão pela falta de visão e instrução dos operadores da construção civil.

A adaptação dos conceitos do contexto da indústria automobilística japonesa para a construção civil ocidental é um dos problemas enfrentados para a construção da teoria sobre essa nova abordagem. Outro grande problema está relacionado à postura conservadora, a falta de visão estratégica e sistêmica e a predominância da visão de curto prazo, que são características da grande parte dos profissionais de engenharia civil (HIROTA E FORMOSO, 2000).

2.4.1 Construção método convencional

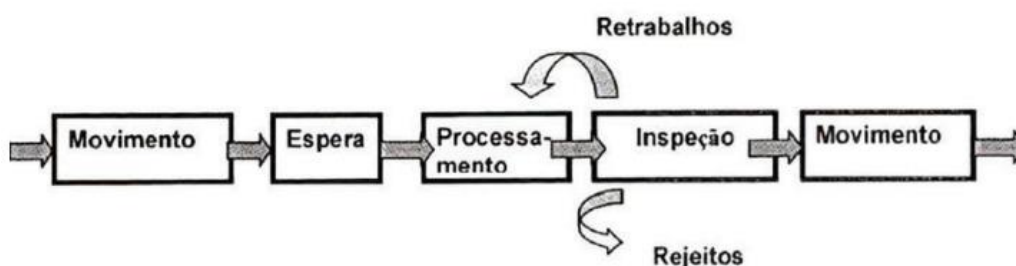
Destaca Koskela (1992), a visão tradicional do processo de produção é basicamente definida como atividades de conversão de matéria prima em produto. Dentro desse modelo de conversão existem os subprocessos, que na visão tradicional também são considerados atividades de conversão, ou seja, a menor unidade da divisão hierárquica do processo é caracterizada como operação (WESLERTON E DREHMER, 2021).

Para a construção no método convencional, subprocessos como espera, movimentações, transportes, superprodução são considerados atividades normais e que fazem parte da construção civil, porém não agregam valor ao cliente pois ao entregar o produto final, o cliente sequer tem conhecimento desses processos, e isso na filosofia lean são consideradas atividades que não agregam valor ao cliente e que poderiam ser otimizadas para torna-las mais rápidas.

2.4.2 Construção Enxuta

Segundo Howell (1999) o *Lean Construction* nos remete a uma mudança de hábitos de extrema importância, que para um modelo de processos além das atividades compreendidas ao processo de produção, também existem as atividades de fluxo. Estas são caracterizadas pela movimentação dos funcionários nos canteiros de obras, espera pelo material nos postos de trabalho, retrabalhos e inspeção (LOHN E MARTINS, 2021).

Figura 2: Processo *Lean*



Fonte: Autor 2022, adaptado de Koskela, 1992.

O estudo sobre *Lean Construction* teve início na década dos anos 90 e foi marcado pela publicação do trabalho acadêmico “Aplicação de uma nova filosofia de produção na construção civil”, feito por Koskela em 1992. O trabalho citado realizado por Koskela, define onze princípios de gestão para a construção, que são inter-relacionados e devem ser aplicados simultaneamente:

1. Redução da parcela das atividades que não agregam valor;
2. Aumento do valor de saída através da consideração dos requisitos dos clientes;
3. Redução da variabilidade;
4. Redução do tempo de ciclo;
5. Simplificação através da redução do número de pessoas, partes e ligações;
6. Aumento da flexibilidade de saída;
7. Aumento da transparência do processo;
8. Foco no controle do processo como um todo;
9. Melhoria contínua no processo;
10. Balanceamento entre melhoria nos fluxos e nas conversões;
11. Realização de benchmarking.

2.4.3 Aplicação dos onze princípios da nova filosofia de construção

No trabalho citado anteriormente, Koskela em 1992 traz onze princípios essenciais que devem ser aplicados na construção civil a fim de melhorar o planejamento e controle sobre os processos:

1) Diminuir as atividades que não agregam valor ao produto:

Segundo Koskela (1992), atividades geradoras de valor e atividades não geradoras de valor podem ser diferenciadas como:

- A. **Atividades geradoras de valor** → Atividade que converte matéria prima e/ou informações que são exigidas ou mostradas ao consumidor do produto final;
- B. **Atividades não geradoras de valor** → Atividades que consomem tempo, recurso ou ocupam espaço, sem gerar valor ao produto, devem ser eliminadas ou minimizadas, pois são atividades vistas como não geradoras de valor ao cliente.

2) Elevar o valor do produto considerando e atendendo as necessidades do cliente:

Segundo Koskela (1992) valor não é considerado uma qualidade dependente ao processo de conversão, mas é gerado pelo resultado da análise e atendimento dos requisitos do cliente. Esse cliente pode ser tanto interno quanto externo, cliente externo é o consumidor final o qual as considerações se aplicam ao produto final. Cliente interno é aquele que realiza a atividade subsequente na cadeia produtiva, e as considerações se aplicam aos produtos ainda inacabados recebidos.

3) Reduzir a variabilidade:

A padronização do processo segundo Koskela (1992), é o melhor caminho para a redução da variabilidade do produto final, o processo de planejamento e um controle de qualidade facilita a implantação desse princípio, um produto padrão tem menos chances de erros e uma maior aceitação pelos clientes.

4) Reduzir o tempo do ciclo de produção:

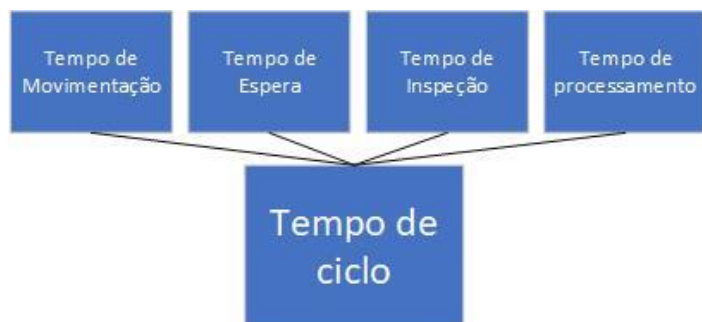
O fluxo de produção pode ser caracterizado pelo tempo de ciclo de produção, que é o tempo necessário para que uma peça particular percorra o fluxo. Esse processo pode ser implementado pelo processo de planejamento e controle da produção, na medida em

que se consegue reduzir a parcela de atividades que não agregam valor ao processo produtivo, através de decisões nos diferentes níveis de planejamento (BERNARDES, 2003, apud JUNQUEIRA, 2006).

Segundo Koskela (1992) Tempo de ciclo de produção pode ser definido como:

Tempo de ciclo = Tempo de processamento + Tempo de inspeção + Tempo de espera + Tempo de Movimentação.

Figura 3: Tempo de ciclo



Fonte: Acervo pessoal (2022).

5) Simplificar com a redução do número de partes ou passos:

A simplificação pode complementar com a redução do tempo de ciclo de produção. Conforme Koskela (1992) a simplificação pode ser entendida como a minimização do número de passos ou componentes do produto e a redução das interdependências. Assim sendo, em um processo mais simplificado, atividades de fluxo como inspeção e movimentação diminuem. O princípio da simplificação pode ser implantado através da padronização das partes, componentes e procedimentos (KOSKELA, 1992). A simplificação pode complementar com a redução do tempo de ciclo de produção e com a padronização do processo. O autor também cita algumas práticas para a simplificação:

- Encurtamento dos fluxos pela consolidação das atividades;
- Encomendar pré fabricação de algumas peças;
- Padronizar materiais, ferramentas, etc;
- Minimizar o controle de informações.

6) Flexibilizar a execução:

No planejamento e no desenvolvimento do projeto deve-se sempre pensar na flexibilização da execução, para que a linha de frente executiva da obra consiga lidar com pequenos imprevistos na obra e que descomplice a sua execução.

7) Aumentar a transparência:

Na visão de Koskela (1992) a falta de transparência no projeto faz com que aumente a chance de acontecer erros, reduz a visibilidade dos erros e diminui a motivação para buscar novas melhorias. A empresa deve adotar a filosofia de gestão à vista, ou seja, deve expor o processo para que todos os colaboradores entendam o que estão fazendo e principalmente para que colaborem propondo melhorias no processo. A linha de frente da construção civil é a que mais está ligada diretamente ao processo e a busca pela colaboração desses profissionais é essencial na aplicação da filosofia lean na construção civil.

8) Focar no controle do processo completo:

Todo o processo deve ser medido e acompanhado, buscar informações e dados é o melhor caminho para enxergar onde é o maior gargalo e buscar sua melhoria. Quanto maior a complexidade, maior serão os detalhamentos que acontecem e buscam hierarquizar e detalhar os subprocessos. A tendência natural das ações gerenciais enxutas, buscam em primeiro lugar melhorias nos processos para depois buscar melhorias no processo global, busca a simplificação e a transparência para possibilitar o domínio do processo, sem deixar de lado o sistema global de produção (KOSKELA, 1992; SHINGO, 1996, apud MARTINS E LOHN, 2021).

9) Implantar melhorias contínuas no processo:

Consiste em uma atividade interna entre a equipe, focando na busca de melhorias e recompensando os colaboradores para maior incentivo, segundo Koskela (1992) o estabelecimento de melhorias contínuas visando diminuir desperdício e agregar o valor na gestão do projeto é uma atividade interna iterativa. Deve ser realizada na empresa e ser cumprida conforme os demais princípios são alcançados e estabilizados. Este princípio tem como objetivo eliminar a origem dos problemas.

10) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões:

Segundo Arantes (2008) no processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto maiores os desperdícios inerentes ao

processo, mais proveitosos os benefícios nas melhorias de fluxo, em comparação com as melhorias de conversão.

Melhorar o fluxo faz com que sejam menores os investimentos em conversão, e ao controlar o fluxo, torna-se mais acessível a implantação de tecnologia de conversões, gerando baixa variabilidade, favorecendo os fluxos.

11) Fazer Benchmarking:

Segundo Koskela (1992) o Benchmarking é um estímulo útil para alcançar melhorias revolucionárias por meio da reconfiguração dos processos.

O mesmo autor explica que para aplicar esse princípio é necessário:

- Conhecer os processos próprios da empresa;
- Identificar boas práticas em empresas concorrentes;
- Entender seus princípios e adaptar para aplicar as boas práticas com a realidade da empresa.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 MÉTODO

Nessa pesquisa teremos contato direto com o coordenador das obras da incorporadora e realizaremos a aplicação de um questionário (Apêndice A), onde serão respondidas questões sobre como a empresa se encontra com a aplicação do *Lean* e como está sendo a implementação dessa cultura na empresa.

A pesquisa vai apresentar como a empresa se encontra em relação à aplicação dos onze princípios do *Lean Construction*.

3.2 TIPO DE PESQUISA

O trabalho consiste em uma pesquisa que atuará como um estudo de caso que mostrará os efeitos da aplicação da filosofia Lean, serão analisados os onze princípios do Lean e onde a empresa fez uso desses princípios, a pesquisa tem como objetivo estudar o ganho de produtividade em algumas atividades aplicadas com o conceito da filosofia Lean Construction.

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

O estudo será realizado nas obras de uma incorporadora na cidade de Tubarão – Santa Catarina, atualmente a incorporadora está executando três obras residenciais multifamiliares nos bairros Dehon, Vila Moema e Centro, a empresa conta com cerca de 80 colaboradores e possui mão de obra própria e terceiriza apenas algumas atividades mais específicas como reboco, contrapiso e alvenaria.

3.4 INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

A coleta de dados será por meio de observações e relatórios sobre o trabalho dos colaboradores, o trabalho também consistirá em uma entrevista com a gerência da empresa onde iremos abordar os ideais da empresa, como ela pensa e o motivo pelo qual adotou o sistema Lean.

4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O capítulo presente apresentará o perfil da empresa, seus ideais e suas principais motivações para a aplicação da metodologia abordada neste estudo, analisaremos os 11 princípios do Lean Construction abordados anteriormente no capítulo.

4.1 PERFIL DA EMPRESA

A incorporadora conta com mais de 12 anos de experiência no mercado da construção civil.

A incorporadora abordada no estudo aplica o Lean Construction a cerca de 2 anos, com ajuda de uma empresa de consultoria empresarial onde consultores especializados em Lean, estão em contato com a construtora semanalmente fazendo atividades como Gemba e Kata. Trata-se de ferramentas Lean onde o objetivo é a busca de melhorias por meio de observações pela obra procurando problemas e como tornar o processo melhor, mais fácil e mais rápido.

4.2 PERFIL DO ENTREVISTADO

O entrevistado é o engenheiro civil da incorporadora em estudo, essa pessoa trabalha na incorporadora por cerca de 4 anos e meio, atuando nas obras e escritório desempenhando a gestão e execução das obras.

O entrevistado comenta que a empresa teve seu primeiro contato com o Lean Construction em um workshop realizado pela empresa *Softplan* em 2019, a incorporadora buscou mais informações sobre Lean Construction com uma empresa de consultoria empresarial que já prestavam serviços para a incorporadora, inicialmente essa empresa não era especializada nesse tipo de serviço então foi buscado um consultor especializado nesse assunto. Até que então, em agosto de 2020 começaram os trabalhos de implementação do Lean Construction na empresa.

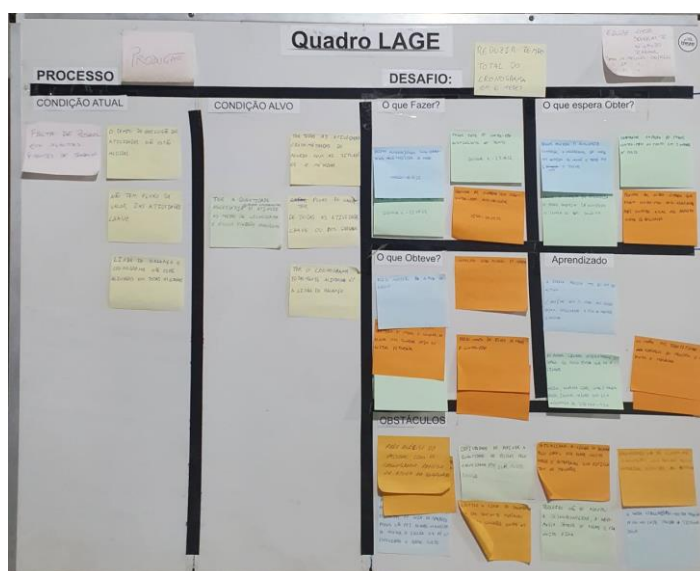
4.3 GEMBA E KATA

Gemba é uma ferramenta Lean que consiste em estar presente no local onde ocorrem a execução dos processos na empresa, que no nosso caso é o canteiro de obras, o time de engenharia da empresa tem preocupação em cada vez mais estar presente no

canteiro de obras, e ao observar pontos à melhorar é implementado o Kata de melhoria, um pensamento científico baseado nos seguintes passos:

1. Condição atual: A identificação do problema;
2. Condição alvo: Estabelecer uma nova condição para o problema, como se fosse uma meta;
3. O que fazer: O que se pretende fazer para melhorar a situação desse problema.

Figura 4: Quadro LAGE



Fonte: Acervo pessoal (2022).

4.4 ANÁLISE DOS ONZE PRINCÍPIOS DO LEAN CONSTRUCTION

Com o objetivo pela busca de maior excelência nos processos construtivos, a empresa aplica os princípios do Lean Construction e está sempre em busca de maior conhecimento e com a incessante busca pelos desperdícios, a fim de eliminá-los e aumentar a produtividade.

4.4.1 1º Princípio: Diminuir as atividades que não agregam valor ao produto

Vale ressaltar que existem atividades que não agregam valor ao produto final, mas que são imprescindíveis para a elaboração deste produto, são atividades que não podemos eliminar completamente pois isso seria impossível.

As atividades como a movimentação dos trabalhadores pela obra durante a sua execução é um exemplo de atividade que não gera valor ao cliente, ou seja, a

incorporadora elabora estratégias para a redução dessa atividade elaborando o melhor layout possível para o canteiro de obras, onde instalações como o almoxarifado e banheiro ficam alocados estrategicamente em suas melhores posições para maior produtividade e maior ergonomia para os operários.

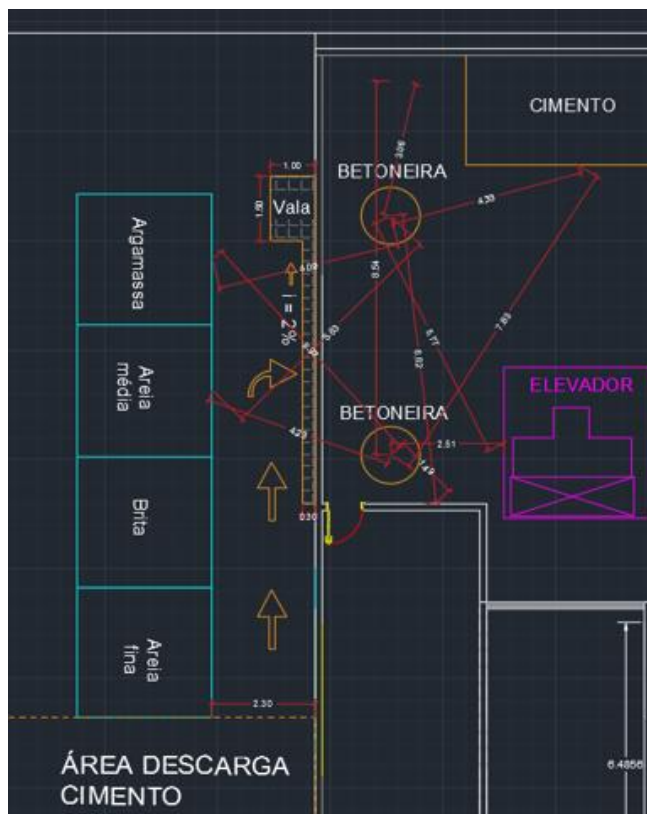
Um bom exemplo de aplicação desse princípio é a elaboração estratégica do layout da betoneira, criação de elementos com finalidade de aprimorar o trabalho como rampas e carrinhos otimizados e melhor posição dos insumos como areia, cimento e brita no canteiro. Como não podemos colocar todos os insumos nos lugares mais perfeitos, é feito antes um estudo sobre quais tarefas serão mais solicitadas durante o desenvolvimento da obra, e o gargalo desse setor (betoneira) será a atividade mais otimizada. Também foi realizada uma previsão da redução do caminhamento diário dos operários.

Figura 5: Estudo do setor betoneira

TRAÇO		Insumo	Quantidade	Ida (m)	Volta (m)	Total (m)	Levar elevador	Total 1 traço	TOTAL DIA	DESCARGA CIMENTO	Com cimento
TIJOLO	BETONEIRA 1	ARGAMASSA	4	3,6	3,6	28,8	31,8	92,6	1481,6	Para descarga do cimento, são comprados média de 240 sacas/mês, variando de 80 a 120 sacas o pedido. Considerando 80 sacas por pedido e cada pallet com 20 sacas, são necessários 8x o deslocamento pelo percurso de 16,4m. Isto daria em média um deslocamento mensal de 394m	1875,6
		CIMENTO	1	3,8	3,8	7,6					
		ÁGUA	2	6,1	6,1	24,4					
	BETONEIRA 2	ARGAMASSA	4	5,5	5,5	44	12	74,6	1193,6		1587,6
		CIMENTO	1	7,3	7,3	14,6					
		ÁGUA	2	1	1	4					
CONTRA PISO	BETONEIRA 1	AREIA MÉDIA	3	5,1	5,1	30,6	31,8	87,4	1573,2	1967,2	
		CIMENTO	1	3,8	3,8	7,6					
		ÁGUA	1	6,1	6,1	12,2					
		FIBRA	1	2,6	2,6	5,2					
	BETONEIRA 2	AREIA MÉDIA	3	3,7	3,7	22,2	12	62,28	1121,04		1515,04
		CIMENTO	1	7,3	7,3	14,6					
		ÁGUA	1	1	1	2					
		FIBRA	1	5,74	5,74	11,48					

Fonte: Acervo pessoal (2022).

Figura 6: Layout da betoneira



Fonte: Acervo pessoal (2022).

4.4.2 2º Princípio: Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes

A teoria dos clientes internos e externos estão bem difundidos na incorporadora em estudo, a incorporadora criou um ambiente em que são disponibilizadas as melhores ferramentas, um ambiente de trabalho limpo e todos os EPI's necessários para a segurança de cada colaborador, esse conjunto de elementos faz com que cada colaborador aprenda a trabalhar em harmonia e cooperação com outros colaboradores, existe até uma certa cobrança entre eles para manter as atividades acontecendo de forma justa entre todos. A incorporadora se atenta a cada processo e se aproveita de ferramentas como o Kata e o Gemba que são realizados semanalmente, para cada vez mais observar e melhorar o processo da construção.

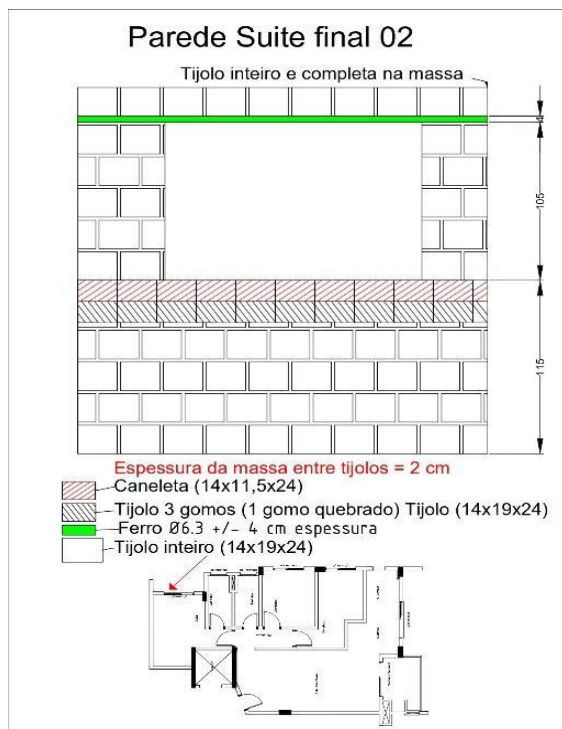
4.4.3 3º Princípio: Reduzir a variabilidade

Como a empresa contrata mão de obra terceirizada para a execução de algumas atividades como alvenaria, ela criou uma estratégia para diminuir a variabilidade criando um padrão, fazendo assim um maior entendimento pelos funcionários terceiros e mantendo a qualidade exigida pela empresa.

O setor de engenharia da incorporadora elaborou um projeto de alvenaria, onde contém informações como:

- Espessura da massa;
- Traço do concreto;
- Alinhamento dos blocos cerâmicos;
- Dimensões das paredes e janelas;
- Distância janela x pilar (ou outra referência);
- Distância do peitoril da janela;
- Primeira fiada.

Figura 7: Projeto de alvenaria



Fonte: Acervo pessoal (2022).

4.4.4 4º Princípio: Diminuir o tempo de ciclo da produção

Diversas estratégias já foram adotadas para a constante diminuição do tempo de ciclo da produção, um dos exemplos foi a ideia de um colaborador que fez uma observação, na etapa da amarração do ferro, etapa a qual é vista como a atividade que mais demanda horas/homem na execução da laje, foi visto que não necessitaríamos de tantos pontos amarrados com arames, que por hábito, acabamos superdimensionando e amarrando os pontos próximos demais um ao outro, foi validado com o engenheiro estrutural contratado pela incorporadora e conclui-se que poderíamos fazer a amarração do ferro em distâncias maiores, reduzindo pela metade os pontos necessários e reduzindo consideravelmente o tempo de execução dessa etapa.

4.4.5 5º Princípio: Simplificar com a redução do número de partes e passos

A empresa adotou a utilização de isopor nos furos previstos para a passagem da parte hidráulica da obra, antes eram feitas caixinhas de madeirite que custavam muito tempo do carpinteiro, agora com a utilização de isopor, a empresa conseguiu uma redução de tempo do profissional e também economia de materiais. A utilização de peças pré moldadas de concreto para a realização da mocheta é também uma melhoria que foi adotada pela empresa.

4.4.6 6º Princípio: Possibilitar a flexibilidade da execução

A empresa fez um estudo do tempo perdido dos profissionais ao manejar as ferramentas elétricas da empresa, foi feito um investimento de compra de ferramentas à bateria e obtiveram os seguintes benefícios:

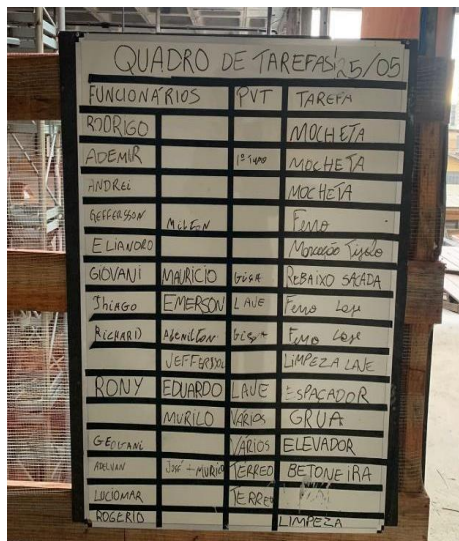
- Maior flexibilidade e movimentação dentro da obra;
- Maior organização no almoxarifado;
- Foi necessário menos acessórios como a extensão;
- Maior facilidade ao carregar os equipamentos.

Os colaboradores da empresa relataram que foi um grande avanço e uma boa atitude da empresa em fazer esse investimento.

4.4.7 7º Princípio: Tornar o processo transparente

Já é uma cultura da empresa tornar o planejamento um processo transparente, todos colaboradores têm bem definido no quadro de tarefas (ilustrado na figura 8) o pavimento e a atividade de cada um junto de sua dupla, esse quadro é atualizado todo dia com o auxílio do auxiliar de engenharia e do mestre de obras.

Figura 8: Quadro de tarefas



FUNCIONARIOS	PVT	TAREFA
RODRIGO		MOCHETA
ADEMIR	12:400	MOCHETA
ANDREI		MOCHETA
JEFFERSON	MILEN	FIMA
ELIANORO		Movendo Telo
GIOVANI	MARICIO	REBAIXO STRADA
Thiago	EMERSON	Fundo Lave
RICHARD	MONTEIRO	Fundo Lave
	JEFFERSON	LIMPEZA LAVE
RONY	EDUARDO	ESPAÇADOR
	MURILO	GRUA
GEFFERSON	MARIO	ELEVADOR
RODRIGO	JOE + MARIO	BETONEIRA
LUCIANO	JOE	TERRE
ROGERIO		LIMPEZA

Fonte: Acervo pessoal (2022).

Semanalmente a empresa aplicava o Diário Semanal de Segurança (DSS), ilustrado na figura 9, que é uma reunião de alinhamento e debate sobre alguns temas, com foco em uso de EPI 's, segurança e diversos outros temas. Reuniões que são importantes pois geram muitos aprendizados e era uma chance de saber como está o clima organizacional da empresa nas obras.

Figura 9: Diário Semanal de Segurança (DSS)

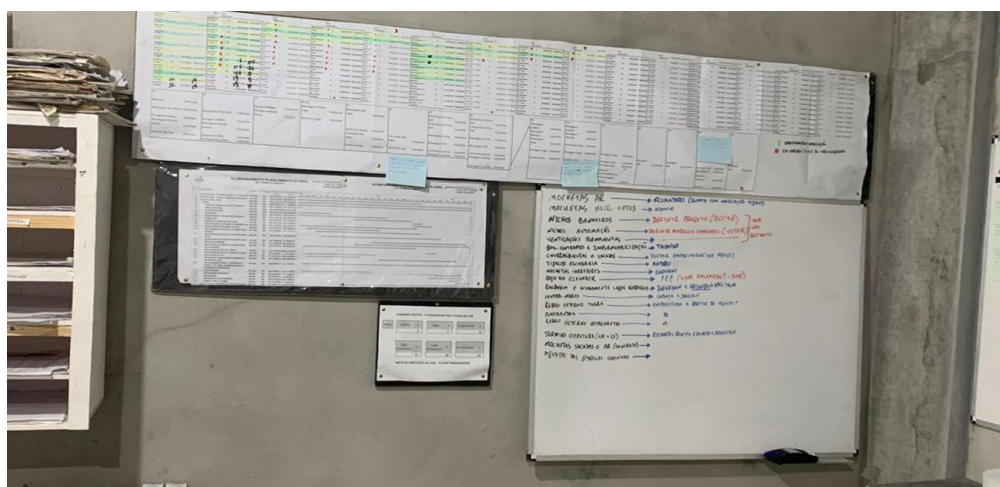


Fonte: Acervo pessoal (2022).

4.4.8 8º Princípio: Focar no controle do processo completo

A empresa conta com um cronograma de todas as etapas construtivas da obra. O setor da engenharia faz medições mensais nas obras e com esses dados gerados pelas medições, são inseridos no cronograma original da obra, onde é feita uma comparação do ritmo que a obra está seguindo com o planejado. A empresa ainda conta com um cronograma “destrinchado” onde é feita a análise de cada processo que é realizado durante a laje, contendo a sequência, tempo e quantas pessoas são necessárias para realização de cada processo.

Figura 10: Quadro do cronograma destrinchado



Fonte: Acervo pessoal (2022).

4.4.9 9º Princípio: Implantar a melhoria contínua no processo

A empresa relata que a melhoria contínua no processo já se tornou uma cultura da empresa, mais de um ano a empresa reúne o setor de engenharia semanalmente nas segundas feiras nos primeiros momentos do dia para observar, analisar e debater o progresso que aconteceu durante a semana anterior, a finalidade dessas reuniões é observar as melhorias se foram aplicadas corretamente e apresentar outras melhorias que foram observadas durante a semana. No começo desse ano foi implementado uma estratégia para inclusão dos operários nesses quadros de melhorias, durante o trabalho, cada colaborador que identificar algo que poderia ser melhorado, escreve em um cartão *post it*.

Figura 11: Quadro LAGE



Fonte: Acervo pessoal (2022).

4.4.10 10º Princípio: Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo

A empresa orienta e incentiva todos os funcionários sobre como melhorar o trabalho e principalmente manter a cultura da melhoria contínua em todas as atividades que fazem parte do processo da construção.

4.4.11 11º Princípio: Benchmarking

Como a construtora em estudo é pioneira na aplicação do Lean Construction em sua cidade, utiliza como referência e inspirações, outras empresas de outros setores, conhecendo seus processos e as estratégias de gestão dessas empresas, além de também participar de seminários online de *Lean* onde participaram grandes empresas do Brasil.

No setor administrativo da empresa, é realizado todo final do mês, uma reunião onde participa todos os colaboradores do setor administrativo para debater sobre melhorias de processos, essa reunião como já diz seu nome “reunião de melhoria” cada colaborador traz algo que não está conforme diante dos padrões da empresa, ou pode ser trazido também alguma melhoria de processo, melhoria corretiva e preventiva.

4.5 BENEFÍCIOS E DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN

A construção civil é um ambiente com técnicas mais enraizadas e geralmente de poucas mudanças, a aceitação de uma nova metodologia pelos colaboradores é uma das maiores dificuldades encontradas pela liderança ao implementar o Lean na empresa e por esse motivo foi necessário bastante persistência, o Lean começou conquistando espaço no ambiente administrativo e depois foi implementado no canteiro de obras, com grande ajuda dos mestres de obras.

A capacitação de Lean começa pela liderança como engenheiros e mestres de obras e depois ela é repassada para os colaboradores que estão no operacional da empresa.

Segundo o engenheiro da obra, a implementação do Lean na empresa teve os seguintes benefícios:

- Redução de custos com o aumento de produtividade;
- Maior consciência entre os colaboradores quando estão executando seu serviço;
- Visão diferente de processos, a maneira de ver a construção foi mudada;
- Redução de desperdícios;
- Maior conscientização sobre as questões ambientais, onde é uma das visões da empresa;
- Maior atuação da liderança no canteiro de obras;
- Planejamento conforme cronogramas;
- Foi criada uma cultura focada em cada processo construtivo da empresa, desperdícios que antes passavam despercebidos, hoje estão cada vez mais escassos;
- Benchmarking interno, aprendizados realizados em uma obra são reaplicados em outras.

4.6 ESTUDOS REALIZADOS

Na busca constante por melhorias, o grupo de engenharia da construtora realizou diversos estudos e com eles foi possível explorar novas melhorias, errar e aprender, pois, nem todos estudos realizados deram resultados positivos, os estudos que foram realizados em 2021 e 2022 pela empresa podemos citar abaixo:

- Desforma demorada;
- Ferramentas ineficientes;
- Quebra do tijolo;
- Caixa de ferramentas para a grua;
- Alteração dos colarinhos nos pilares;
- Terceirização dos armadores;
- Cortar mangueiras elétricas previamente;
- Troca de papel toalha por secador de mãos;
- Movimentação de ferreiro para ver projetos;
- Corte maciço perto da obra;
- Entrega das ferramentas elétricas;
- Troca de tijolo para evitar quebras;
- Troca de espaçadores para ferragens;
- Duto de entulho;
- Cimbramento com contraventamento;
- Mocheta de concreto pré-modado;
- Uso de manta acústica líquida sobre contrapiso;
- Uso de espuma expansiva para algumas vedações;
- Troca pastilha de concreto por plástico;
- Caixa de passagem mochetas;
- Corte reforço maciço;
- Quebra de tijolo para mocheta;
- Chapisco rolado;
- Estudo argamassa de assentamento;
- Gabarito para elétrica;
- Fita na guia para limpeza de concreto;
- Guarda-corpo metálico;
- Mapa de fluxo de valor contrapiso;

- Furo na lateral da base do aprumador;
- Conectores de emenda de fiação;
- Estudo entre cortar tijolo e comprar mais fino;
- Mureta do ar-condicionado industrializado;
- Uso de gabarito para cimbramento da laje;
- Troca de tijolo de 24cm por 19cm;
- Forma de prender a caixaria da viga;
- Uso de cocho para massa no assentamento do tijolo;
- Substituição do isopor para passagem de laje por aço;
- Dissolver isopor da passagem de laje com thinner;
- Marcar tubulação externa do ar-condicionado.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa iniciou-se com uma breve apresentação sobre os modelos produtivos que foram surgindo com o decorrer da história, chegando a um modelo de produção mais eficiente e mais atualizado que é o melhor utilizado nos dias de hoje. Foram apresentadas também o surgimento do Lean assim como seus fundamentos que posteriormente foram abordados e inseridos no contexto da construção civil na prática.

O presente trabalho teve como base os princípios abordados por Lauri Koskela, grande influência de Lean Construction no Brasil, Koskela fez um trabalho fazendo uma adaptação do sistema enxuto que era utilizado nas grandes fábricas automobilísticas onde obteve mais de 7800 citações e se tornando o autor mais citado em gestão de obras.

É de grande perceptibilidade que os princípios do Lean são importantes tanto para a empresa trazendo mais ferramentas de gestão, economia, lucratividade e organização quanto para o meio ambiente, onde existe uma menor geração de resíduos e maior atenção às questões ambientais, questões imprescindíveis nos dias de hoje. Além de lucro e sustentabilidade, o Lean traz consigo o bem estar e ergonomia, proporcionando um ambiente mais salubre para os colaboradores da empresa.

Podemos concluir que o Lean Construction contém princípios que podem acrescentar para qualquer empresa no ramo da construção civil, trata-se de uma metodologia eficaz e simples de ser aplicada. O grande objetivo de uma empresa Lean, é tornar essa filosofia difundida entre todos os seus colaboradores, enraizando uma cultura e mudar a percepção do mercado de trabalho sobre a construção civil, fazendo ela deixar de ser um ambiente reconhecido pelos acidentes de trabalho e insalubridades do canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves et al. Lean Construction: filosofia e metodologias. 2008.

COSTA, George Silva; ROLA, Elmo Sales; AZEVEDO, M. J. Uma discussão sobre critérios competitivos da produção em empresas que implantaram a construção enxuta. **Anais do 33º EnANPAD**, 2009.

DREHMER, Lucas Eduardo, WESTERLON, Adrielli Aparecida. Análise dos princípios do Lean Construction: em uma construtora na grande Florianópolis- SC – estudo de caso, 2021.

FORMOSO, C. T. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção, Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras. Porto Alegre, v. 15, p. 50-58, 2002

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. Production, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.

HARADA, Erick, NOBUYUKI, Luiz Sérgio Mendonça Filho, and Engenharia Civil. "Avaliação das dificuldades em aplicar o Lean Construction no Brasil."

JUNQUEIRA, Luiz Eduardo L., Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0. 2006.

KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report n.72. Center of Integrated Facility Engineering, Departament of Civil Engineering, Stanford University, 1992.

LACERDA, C.; CARSALADE, F.; ASSIS, E. As certificações LEED e AQUA-HQE em edifícios comerciais no Brasil e a agregação de valor. in: Encontro Nacional de tecnologia no ambiente construído, 2018. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 2493–2502.

LIKER, J. K. O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. 1 ed. Porto Alegre, 2005

MARTINS, Leonardo, LOHN, Joatahn. Implementação de práticas Lean Construction em obras residenciais multifamiliares em Florianópolis – estudo de caso.

MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao just in time. Bookman Editora, 2015.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, 1997.

PASCAL, Dennis, em “Produção Lean Simplificada” 2008.

RIES, Eric, em “The Lean Startup” p. 258, 2011.

SHINGO, Shigeo. O sistema Toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção. 2 ed. Porto Alegre: Bookmam, 1996.

SOUZA, Beatriz & CABETTE, Regina. (2017). Lean Construction - exemplos e teses para aplicação dos princípios da "construção enxuta" no Brasil.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO LEAN**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA****NACYER LUIZ SOUSA****1. Perfil do Entrevistado**

Nome do entrevistado:

Idade:

Cargo:

Área de atuação:

Tempo de empresa:

2. Por quanto tempo a empresa aplica o Lean Construction? A consultoria foi buscada desde o início da implementação do Lean na empresa?

R:

3. Você esteve no início da implementação do Lean na empresa em estudo? Como foi a aceitação por parte dos colaboradores na hora do primeiro contato com o Lean?

R:

4. Qual foi o primeiro setor à ser aplicado o Lean Construction? Esse setor é de operação ou administrativo?

R:

5. Na sua opinião, o Lean Construction trouxe quais melhorias para a empresa?

R:

6. A mão de obra precisa receber algum tipo de instrução ou capacitação prévia?

R:

7. Dê uma nota de 0 a 10 sobre como está presente os onze princípios do Lean Construction:

- ☐ Diminuição das atividades que não agregam valor
- ☐ Aumento da percepção de valor do produto por seus clientes
- ☐ Redução da variabilidade com a padronização dos processos
- ☐ Diminuição do ciclo de produção
- ☐ Simplificação com a redução do número de partes e passos
- ☐ Flexibilidade da execução
- ☐ Tornar o processo transparente
- ☐ Focar no controle do processo completo
- ☐ Implementação da melhoria contínua
- ☐ Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversão e fluxo
- ☐ Realização de benchmarking

8. Dê uma nota de 0 a 10 sobre como está presente a diminuição dos 8 desperdícios:

- ☐ Superprodução
- ☐ Espera
- ☐ Transporte
- ☐ Superprocessamento
- ☐ Estoque desnecessário
- ☐ Movimentação
- ☐ Retrabalho
- ☐ Intelectual