



CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST - UNIFACVEST

SUÉLEN TURRI

**ESTUDO SOBRE A METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION E ANÁLISE
DA IMPORTÂNCIA DE SUA APLICAÇÃO NA ENGENHARIA CIVIL COMO
MÉTODO DE AUMENTO DA PRODUTIVIDADE**

**LAGES
2020**

SUÉLEN TURRI

**ESTUDO SOBRE A METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION E ANÁLISE
DA IMPORTÂNCIA DE SUA APLICAÇÃO NA ENGENHARIA CIVIL COMO
MÉTODO DE AUMENTO DA PRODUTIVIDADE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Facvest - Unifacvest, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Aldori Batista dos Anjos

**LAGES
2020**

SUÉLEN TURRI

**ESTUDO SOBRE A METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION E ANÁLISE
DA IMPORTÂNCIA DE SUA APLICAÇÃO NA ENGENHARIA CIVIL COMO
MÉTODO DE AUMENTO DA PRODUTIVIDADE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Centro Universitário Facvest -
UNIFACVEST como parte dos requisitos para
obtenção do grau em Bacharel em Engenharia
Civil.

Orientador: Prof. Aldori Batista dos Anjos

Lages, 30 de novembro de 2020. Nota _____

Professor e Orientador: Aldori Batista dos Anjos

Centro Universitário Facvest - Unifacvest

RESUMO

O setor da construção civil apesar de ser essencial para o desenvolvimento do país, apresenta grandes índices de geração de resíduos, baixa produtividade e um modelo de gerenciamento que visa apenas as atividades de conversão, negligenciando as demais que compõem o processo de construção. Com o mercado altamente competitivo busca-se formas de prosperar através de grandes adaptações e implementações de novas técnicas, com o objetivo de solucionar os déficits da construção, surgiu por meio de uma adaptação a Lean Construction, conhecida também como construção enxuta. O propósito desse trabalho é compreender melhor essa metodologia, suas vantagens e formas de aplicação, bem como analisar a rotina do canteiro de obra de um edifício residencial, que busca recuperar um atraso de cronograma ocasionado por fatores externos. Dentre as principais considerações dessa pesquisa, destaca-se uma melhoria de gestão de obra, aumento da transparência dos processos de produção e das metas da construtora.

Palavras-chave: Construção Civil; Construção Enxuta; Gerenciamento de obra.

ABSTRACT

The civil construction sector, despite being essential for the country's development, has high levels of waste generation, low productivity and a management model that aims only at conversion activities, neglecting the others that make up the construction process. With the highly competitive market, we are looking for ways to thrive through major adaptations and implementations of new techniques, with the aim of solving construction deficits, which came about through an adaptation to Lean Construction, also known as lean construction. The purpose of this work is to better understand this methodology, its advantages and application forms, as well as to analyze the routine of the construction site of a residential building, which seeks to recover a schedule delay caused by external factors. Among the main considerations of this research, there is an improvement in construction management, an increase in the transparency of production processes and the goals of the construction company.

Keywords: Civil Construction; Lean Construction; Construction management.

AGRADECIMENTOS

Gratidão a minha irmã Débora e a meu pai Plínio por todo suporte durante esses anos, em especial a pessoa que tornou tudo isso possível, minha mãe Marli Teresinha Turri, minha maior inspiração de superação e bondade, obrigada por ser amiga, confidente, por sacrificar-se tanto em meu nome, por ser meu pilar mais forte, por ser paciente e estar presente mesmo à distância. O seu amor tornou tudo isso realidade e hoje me faltam palavras para expressar o quanto sou grata por ser sua filha.

Ao meu namorado Natan de Jesus Teixeira Boff por estar ao meu lado em todos os momentos, me apoiando, incentivando e enfrentando todas as dificuldades, saiba que você foi crucial nessa fase da minha vida, obrigada por acreditar em mim quando eu mesma duvidei.

A Claudia e Ivanir por todo amor e zelo durante todo esse período.

Ao engenheiro Wagner, profissional incrível, que me inspirou na escolha do tema e auxiliou durante todo o processo.

A minha professora e amiga a qual sempre esteve presente, me ajudando e orientando. Monica você me mostrou que a real importância de um diploma vai além de ser uma boa profissional, é autoconstruir-se com base no conhecimento, uma pessoa melhor dia após dia, e por isso lhe sou muito grata.

Por fim, o meu muito obrigado aos meus grandes amigos Gustavo, Magna, Jonas, Carol, Gislaine, Andressa, Zilma, Milena, Daniel e aos colegas de sala de aula, bem como a todos que contribuíram de forma direta ou indireta nessa conquista tão importante.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Sistema Lean Thinking</i>	18
<i>Figura 2 – O Sistema Toyota de Produção</i>	19
<i>Figura 3 – Amostra do Kanban</i>	20
<i>Figura 4 – Construção Tradicional</i>	23
<i>Figura 5 – Construção Enxuta</i>	24
<i>Figura 6 – Sistemática do trabalho</i>	25
<i>Figura 7 – Depósito de Ferro</i>	28
<i>Figura 8 – Silo</i>	29
<i>Figura 9 – Misturador</i>	29
<i>Figura 10 – Depósito de Tijolos</i>	30
<i>Figura 11 – Tubos coletores de Entulho</i>	31
<i>Figura 12 – Quadro de Controle Interno</i>	31
<i>Figura 13 – 5 Sensores</i>	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas;

JIT – Just in Time/ Tempo Certo;

LEAN THINKING – Pensamento Enxuto;

SPT – Sistema Toyota de Produção;

PIB – Produto Interno Bruto;

DDS – Diálogo Diário de Segurança;

EPI'S – Equipamentos de Proteção Individual;

5S – 5 Sentidos;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 JUSTIFICATIVA	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 Objetivo Geral	12
3.2 Objetivos Específicos	12
4 METODOLOGIA	13
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
5.1 História do Lean Construction.....	14
5.2 Lean Thinking	17
5.3 Sistema Toyota De Produção	18
5.3.1 Just in Time	19
5.3.1.1 Kanban.....	20
5.3.2 Nivelamento da Produção.....	21
5.3.3 Automação Humana	21
5.4 Filosofia Lean Na Construção Civil	21
5.4.1 Relação Do Lean Construction Com Lean Manufacturing	21
5.4.2 Construção Tradicional X Construção Enxuta	21
5.5 Desperdício	24
5.5.1 Desperdícios Indicados pelo Lean	25
5.6 Princípios Do Lean	26
5.7 Valor Da Mão De Obra	27
5.8 Aplicação Dos Conceitos na Prática	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35
ANEXOS	33

1 INTRODUÇÃO

O ramo da construção é de fato tão antigo quanto essencial para o progresso das civilizações, de acordo com Bazzo e Pereira (2013 p. 225), “a história da engenharia confunde-se com a própria história da humanidade”. Desde de seu início ela vem se desenvolvendo, descobrindo e aprimorando técnicas, utilizando-se dos recursos naturais disponíveis, com o objetivo de suprir as necessidades e vontades dos seres humanos.

Com todas as inovações a engenharia entrou aos poucos numa nova era, caracterizada pelo uso do conhecimento científico. Bazzo e Pereira (2013, p. 230) apontam:

[...] um marco divisório entre duas engenharias: a engenharia do passado e engenharia moderna. A engenharia do passado foi aquela caracterizada pelos grandes esforços do homem no sentido de criar e aperfeiçoar artefatos que aproveitassem os recursos naturais [...] a engenharia moderna é aquela que se caracteriza por uma forte aplicação de conhecimentos científicos à solução de problemas.

Nessa era moderna o setor da construção civil encontra-se em constante crescimento sendo um grande aliado no desenvolvimento do país, pois representa uma grande contribuição para a economia brasileira, já que inclui os segmentos de materiais de construção, máquinas, equipamentos e serviços diversos. (HIRSCHFELD, 2005)

Segundo Marchi (2018, p.132, grifo do ator):

Não se pode negar que a indústria de construção civil, também conhecida como *Construbusiness*, tem grande participação no crescimento econômico brasileiro. Além de gerar emprego e renda para a população, contribui significativamente para o PIB (Produto Interno Bruto) nacional, alavancando diversos negócios na cadeia produtiva devido ao seu poder de encadeamento.

Apesar da utilização de métodos construtivos modernos, tecnologia avançada em equipamentos, materiais e software, na construção civil a mão de obra continua sendo essencial para o desenvolvimento da edificação, por hora de forma insubstituível e inquestionável o que torna necessário ter uma comunicação e gestão de qualidade. (VIANA e MELO, 2018)

De acordo com dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o percentual da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2020) em 2017 informa que a construção civil foi responsável por 7,57% das pessoas ocupadas no Brasil, comprovando assim a importância do trabalho braçal para o desenvolvimento.

Em contra partida, a construção civil segundo John (2000 p. 25) “é a principal consumidora de matérias primas da economia, uma das maiores geradoras de resíduos, energia e também colabora significativamente para a poluição ambiental.” Hirschfeld (2005, p. 64)

afirma que “existe muito improviso e desperdício nas construções brasileiras. Muitos desperdícios localizam-se nos canteiros de obras, motivados pela ausência de sistemas industrializados no processo construtivo.”

Com o intuito de amenizar e solucionar os problemas que ocorrem nesse setor, é de extrema importância ter uma excelente gestão de obra, e uma solução que vem sendo muito utilizado é a metodologia desenvolvida para o setor automobilístico, que quando aplicada na construção civil apresenta ótimos resultados, a Lean Construction conhecida também como construção enxuta busca agregar melhorias na eficiência dos métodos construtivos, eliminar os desperdícios, o que é essencial para esse ramo super competitivo.

De acordo com Allen e Iano (2013):

Os métodos da assim chamada construção enxuta (lean construction) buscam:

- Eliminar atividades que gerem perdas.
- Estruturar os métodos de produção e as cadeias de suprimento de materiais e produtos para que atinjam o mais rápido e mais confiável fluxo de trabalho.
- Descentralizar a informação e a tomada de decisão, de modo a colocar o controle dos processos de construção nas mãos daqueles familiarizados com o trabalho e mais capazes de melhorá-lo.

Estimativas apontam que a ineficiência da mão de obra na construção chega a níveis tão elevados quanto 35 a 40%, e que as estimativas do desperdício de materiais atingem cerca de 20%. Com esses índices a aplicação do lean construction tornar-se uma opção viável, no entanto o maior desafio da construção enxuta é adequar sua filosofia com a realidade de cada obra de modo a reduzir ineficiências e melhorar a qualidade do produto entregue. (ALLEN e IANO, 2013).

2. JUSTIFICATIVA

O ramo da construção civil é considerado um dos setores que mais causa impacto ambiental devido ao alto consumo de recursos naturais e a geração excessiva de resíduos ocasionados muitas vezes pela falta de gerenciamento e controle de obra. A evolução nesse cenário apresenta um alto custo para o planeta e a humanidade, por isso é primordial a implementação de métodos para aumentar a produtividade, construindo mais com a utilização de menor quantidade de recursos.

De acordo com Bazzo e Pereira (2013 p. 227): “podemos dizer que a evolução social também é fruto do aparecimento e do constante aprimoramento de um tipo de indivíduo preocupado com o desenvolvimento de técnicas.” Essa pesquisa verificará se a metodologia lean realmente é adaptável a qualquer empreendimento, desenvolvendo e aprimorando métodos.

É primordial analisar se a implementação do método lean construction pode fornecer uma redução de desperdícios de matéria prima, além de proporcionar uma maior produtividade, cumprimento de cronograma e maior qualidade nos serviços, bem como o porquê que seus princípios não são tão disseminados no ramo da construção civil.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa pretende analisar a origem, importância e aplicabilidade da metodologia Lean Construction no ramo da engenharia civil, bem como verificar os resultados e desafios da aplicação de alguns métodos Lean na etapa de execução de um edifício de alto padrão localizado na cidade de Lages/SC e de acordo com o curto prazo analisar seus efeitos na redução de custos, aumento de produtividade, redução de prazo e diminuição de desperdício dos materiais usados na obra.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar e analisar a origem, conceitos e métodos da metodologia Lean Construction;
- Compreender como uma metodologia desenvolvida para ramo automobilístico pode ser viável para o setor da construção civil;
- Avaliar os aspectos positivos e negativos do Lean Construction para a construção civil;
- Conferir junto a construtora se é possível aplicar a metodologia Lean na construção de um edifício que já está em andamento.
- Analisar se a construtora desperdiça muito tempo e dinheiro com estoque de grande porte.
- Investigar se através da aplicação das metodologias Lean é possível melhorar a produtividade do empreendimento de forma significativa;
- Pesquisar as atuais carências do mercado de trabalho para incluir a metodologia Lean como uma ferramenta essencial nas construções.
- Verificar se existe alguma metodologia mais eficaz.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado através de uma revisão bibliográfica, baseada em materiais científicos. Foram utilizados livros, artigos científicos, trabalhos de conclusão de cursos, entre outras fontes, nos quais os conteúdos eram relevantes e auxiliavam na compreensão da metodologia Lean Construction, e em como obter resultados positivos através da aplicação dos seus princípios básicos no ramo da construção civil. Para tanto, o estudo seguiu a lógica das etapas apresentadas por Gil (2002):

- Escolha do tema: com base em uma área de interesse, analisar diferentes assuntos, optar pelo mais instigantes e interessantes para se aprofundar com o objetivo de delimitar um tema.
- Levantamento bibliográfico preliminar: realizar uma busca nos materiais bibliográficos para auxiliarem no desenvolvimento do tema definido, com o intuito de identificar um problema relevante.
- Formulação do problema: de maneira clara e objetiva, descrever qual é a ideia principal pela qual será desenvolvido um estudo.
- Busca das fontes: confiáveis e com base científica que abordem soluções adequadas ao problema proposto, sendo fundamental obter informações do orientador e se possível de especialistas do tema.
- Leitura do material: analisar a relevância das informações e dos dados fornecidos pelos autores para o tema delimitado e assim estabelecer relações entre os mesmos, visando sempre possíveis soluções para o problema em questão.
- Construção lógica do trabalho: estruturar o texto de acordo com os objetivos e hipóteses iniciais levando a um resultado.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 HISTÓRIA DO LEAN CONSTRUCTION

Lean construction é uma filosofia que foi desenvolvida com base nas práticas e resultados de um sistema automobilístico da Toyota, conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP), que visa a excelência em todos os processos. De acordo com Liker (2007, p. 36) “o STP é a segunda maior evolução em processos administrativos eficientes depois do sistema de produção em massa inventado por Henry Ford e já foi documentado, analisado e exportado para empresas de diferentes indústrias de todo o mundo. Fora da Toyota, o STP é muito conhecido como ‘enxuto’ ou ‘produção enxuta’.”

A história começa com Sakichi Toyoda, funileiro e inventor, como Henry Ford, que cresceu no final do século XIX em uma remota comunidade agrícola afastada de Nagoya. Naquela época, a tecelagem era uma indústria importante e o governo japonês, querendo promover o desenvolvimento de pequenas empresas, estimulou a criação de indústrias de algodão em todo país. (LIKER, 2007)

Após aprender carpintaria com o pai, Toyoda começou a produzir máquinas de fiar em madeira. “Em 1894, começou a produzir teares mais baratos, mas que funcionavam melhor que os existentes na época.” LIKER (2007, p. 37). Com o tempo desenvolveu um tear que após várias tentativas e erros funcionava com a utilização de um motor movido a vapor.

Em 1926, inaugurou a Toyoda Automatic Loom Works, empresa-mãe do Grupo Toyota e ainda hoje um participante importante no conglomerado Toyota (ou keiretsu). [...], Entre suas invenções, havia um mecanismo especial para interromper o funcionamento de um tear toda vez que um fio se partisse - uma invenção que evoluiu para um sistema mais amplo que se tornou um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, chamado de automação (automação com um toque humano). (LIKER, 2007)

O início da empresa Automotiva Toyota ocorreu com a confecção do tear a prova de erros, que se tornou o modelo mais popular de Toyoda. Já em 1929, seu filho Kiichiro foi até a Inglaterra para negociar com um grande fabricante de equipamentos para fiação, a Platt Brothers, a venda dos direitos de patente do tear, o dinheiro do negócio foi utilizado em 1930 para dar início a construção de Toyota Motor Corporation. (LIKER, 2007)

Kiichiro foi para a faculdade de Tokyo Imperial University estudar engenharia mecânica, pois tinha uma tarefa de seu pai, construir uma empresa de automóveis. Em 1933, Kiichiro abriu um departamento automotivo na empresa Toyoda Automatic Loom Works, onde produzia motores automotivos para caminhões militares. (LIKER, 2007)

Já em 1936, a implantação do departamento estava concluída, e com uma grande demanda de caminhões militar sustentada pela guerra contra a China. Nesse ano ainda o nome Toyoda é substituído por Toyota, e teve também o registro do primeiro laboratório de pesquisa automotivas, onde foi convocado para trabalhar Eiji Toyoda, primo de Kiichiro. (LIKER, 2007)

Com a crescente demanda em 1937 foi decidido construir uma nova fábrica de produção independente chamada Toyota Motor Company. A indústria seguiria a filosofia e condutas do processo administrativo de seu pai Sakichi Toyoda, mentor do que hoje é o pilar na automação do STP, no entanto Kiichiro Toyoda adicionou uma abordagem chamada Just in Time (JIT). (LIKER, 2007)

Juntamente com a construção de uma empresa automotiva, aconteceu a Segunda Guerra Mundial, o Japão perdeu e os americanos vitoriosos poderiam ter interrompido a produção de automóveis. Kiichiro Toyoda estava muito preocupado que a ocupação pós guerra pudesse fechar sua empresa. Mas aconteceu o contrário, os americanos perceberam a necessidade de caminhões para reconstruir o Japão e chegaram a ajudar Toyoda a retomar a produção desses veículos. (LIKER, 2007, p. 39)

De acordo com Reingold (1999), apud Liker (2007, p. 39):

À medida que a economia se revitalizava sob ocupação, a Toyota teve pouca dificuldade em obter pedidos de automóveis, mas a inflação crescente desvalorizou o dinheiro, e o pagamento pelos clientes tornou-se muito difícil. O fluxo de caixa tornou-se tão terrível em certo período de 1948 que a dívida da Toyota era oito vezes o valor de seu capital.

Buscando evitar a falência Toyota aderiu cortes de custos e uma redução voluntária de 10% do pagamento dos funcionários, infelizmente tais medidas não foram suficientes e cerca de 1600 trabalhadores tiveram que deixar seus postos. Devido a necessidade, eles foram levados por em prática o método Just in Time, para produzir apenas o que fosse vendido. (LIKER, 2007)

No final da década de 1940, Kiichiro assumiu as responsabilidades pelos problemas financeiros da empresa e se demitiu, seu primo Eiji Toyoda assumiu seu cargo, liderando durante muitos anos em momentos difíceis e em épocas de prosperidade quando a Toyota se tornou uma empresa de reconhecimento mundial, Eiji acreditava que a motivação da empresa são as pessoas, além de serem determinantes para seu sucesso ou fracasso. (LIKER e HOSEUS, 2009)

Em 1950 a situação começa a melhorar, Taiichi Ohno era administrador da empresa, seu chefe Eiji Toyoda queria que aperfeiçoassem os métodos de produção para que obtivessem a mesma produção que a empresa Ford, que operava com produção em massa, grandes números de fornecedores, imenso estoque de peças e materiais, sem contar a quantidade de capital disponível em dinheiro e no mercado internacional. (LIKER, 2007)

Toyota que acabara de presenciar uma crise, além de não possuir a mesma capacidade de produção, para conseguir igualar a produtividade precisaria se readaptar como sempre fazia diante de um problema, encarando-o com criatividade e acreditando na própria capacidade. A produção em massa com seus métodos esbanjadores, formava grande lotes para depósito, já que a Toyota não tinha espaço suficiente viu isso como uma falha pois não poderia ter perdas no processo. (LIKER, 2007)

Foi então sugerido o Sistema Toyota de Produção, desenvolvido por Taiichi Ohno, durante trinta anos com o intuito de promover um aumento de eficiência e melhorar o ambiente de trabalho, sua criação ocorreu em uma época de grande dificuldade. De acordo com Liker (2007, p. 43):

O JIT é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com lead times curtos, para atender às necessidades específicas do cliente. Dito de forma simples, o JIT entrega os itens corretos na hora certa e na quantia exata. O poder do JIT é permitir que você corresponda às mudanças diárias da demanda, o que era precisamente o que a Toyota precisava.

Ohno (1997 p. 23) aponta que “a crise do petróleo no outono de 1973, seguida de recessão, afetou governos, empresas e sociedades no mundo inteiro. Em 1974, a economia japonesa havia caído para um nível de crescimento zero e muitas empresas estavam com problemas.”

Em 1980, o STP passou a ficar conhecido mundialmente, pois a Toyota além de ter se recuperado mais rapidamente que as outras empresas, vendia um produto com qualidade superior a concorrência com um valor competitivo, a partir daí o governo japonês buscou disseminar os conhecimentos do Sistema Toyota de Produção, que representa uma nova forma de observar e interpretar o que acontece no desenvolvimento da produção. (LIKER, 2007)

Para lidar com o crescimento econômico lento, a Toyota não se deixou levar pelas tendências, estabeleceu como base a utilização dos sistemas Just in Time e Kankan com o principal objetivo de eliminar totalmente o desperdício. Atualmente a Toyota apresenta mudança em todos os setores e continua em busca de métodos para aumentar a produtividade. (LIKER, 2007)

5.2 LEAN THINKING

Uma combinação completa de filosofia, sistema e ferramenta, conhecida também como mentalidade enxuta, foi desenvolvida na indústria automobilística baseada no Sistema Toyota de Produção, um novo paradigma que pode ser aplicado em qualquer processo, primeiro foi na manufatura e posteriormente os negócios como desenvolvimento de produto, estratégia de venda e gestão de pessoas. (PICHI, 2003)

Uma mentalidade enxuta proporciona as empresas uma maior competitividade através da melhoria contínua, pois detalha as atividades essenciais de cada negócio, mostrando o ponto de vista do cliente sobre valor e desperdício, nesse processo são utilizados como base cinco princípios fundamentais definidos por Womack e Jones (1998): valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição. (JUNQUEIRA, 2006)

Com o objetivo principal de eliminar o desperdício, aplicando valor e eficácia na produção, buscando entregar para o cliente exatamente o que ele deseja com o menor tempo possível, sem gerar estoques e atividades desnecessárias, como é possível observar na imagem 1 a seguir, é um processo de que deve trabalhar em conjunto e de maneira frequente estimulando a garantia da melhoria contínua para um produto de qualidade. (JUNQUEIRA, 2006)

Figura 1 – Sistema Lean Thinking



Fonte: Blog Voitto.

5.3 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Um método de produção que evoluiu literalmente de um momento de necessidade em tempos difíceis para empresa Toyota, desenvolvido por Taiichi Ohno, o STP busca aumentar a eficiência de sua produção acabando com qualquer tipo de desperdício. Foi implementado logo após a Segunda Guerra Mundial e teve real conhecimento dos seus resultados positivos em 1973 com a crise do petróleo, quando o governo possibilitou que esse conceito chegasse aos demais profissionais, que se viram com a dificuldade de implementar tal sistema em seus negócios. (LIKER, 2007)

O STP é muito mais do que um sistema de produção ele é um sistema gerencial, com potencial de se adaptar ao mercado global e aos programas computacionais da atualidade e com ele deve-se produzir apenas a quantidade necessária. Conhecido também como Produção Lean, o STP não funciona se implementado por uma única pessoa, sendo extremamente necessário o trabalho em equipe, onde as responsabilidades e tarefas devem ser distribuídas de forma igualitária. (LIKER, 2007)

Torna-se de suma importância implementar corretamente as filosofias de recursos humanos para gerar o entendimento e aceitação de toda equipe, para que juntos possam se desenvolver e executar o sistema corretamente. O diagrama a casa do STP representado na figura 2, traz de forma clara a composição do sistema, onde o telhado representa as metas, seus pilares são o Just in time e a automação com o toque humano, no centro estão as pessoas que através do trabalho em equipe tornam o sistema forte. (LIKER, 2007)

Também localizado no centro está a melhoria contínua, a chave do sucesso, na base encontra-se a filosofia do Modelo Toyota com seus quatorze princípios fundamentais da cultura Toyota, que garantem que as ferramentas do STP funcionem com eficácia, as atividades representadas na casa estão inter-relacionadas e apoiam-se nos mesmos princípios. (LIKER, 2007)

Figura 2 – O Sistema Toyota de Produção



Fonte: Livro O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo, p. 51.

É possível utilizar uma variedade de ferramentas e técnicas desse sistema, que de qualquer maneira estará se baseando em alguns princípios do modelo Toyota, isso terá alguns resultados positivos, mas insustentáveis, para conseguir resultados a longo prazo é preciso aderir todos os princípios do modelo, adequando essa filosofia ao seu negócio e só assim seguir o STP no caminho da produção enxuta. (LIKER, 2007)

5.3.1 JUST IN TIME

Sistema utilizado com a intenção de produzir a quantidade exata, de forma rápida e de acordo com a demanda de mercado, sua principal vantagem é não precisar de estoque pois produz pequenas quantidades. Ao produzir determinada quantidade de um produto em um tempo específico o JTI acaba tendo um impacto muito positivo, sendo capaz de evitar desperdícios, estoque desnecessários e custos extras para a empresa. (LIKER, 2007)

Para obter um produto no tempo exato é necessário analisar todas as variáveis, a condição dos fornecedores, bem como se o fato de ter um estoque será viável para o tipo de situação e fabricação. Existe uma ferramenta nomeada Kanban, utilizada no conceito JIT, que proporciona o seu funcionamento de forma clara e fácil, além de possibilitar o controle da produção. (LIKER, 2007)

5.3.1.1 KANBAN

Sistema administrativo, que por meio de uma ferramenta simples, uma folha dividida em informação de coleta, de transferência e produção é utilizado para colocar em prática e operar todo o Sistema Toyota de Produção. Esse método foi desenvolvido a partir de uma inspiração com os supermercados americanos, um local onde os clientes podem adquirir o que é necessário no tempo que precisarem. (OHNO, 1997)

Figura 3 – Amostra do Kaban

Hora da Entrega 10:30  Fundação Ohashi Prateleira nº 1 – Embaixo	Área de Estocagem <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">1 - 1</div> </div>		Fábrica Central da Toyota Motors
	Número do Item 53018-60011	Identificação	Montagem nº 2
	Nome do Item Linha de pressão do radiador	Usado em: FJ Cerro tipo: (I)	
	21	Tipo de caixa Especial Capacidade da caixa: 30	50
Kanban de pedido de peças			

Quando a *Ohashi Iron Works* (Fundação Ohashi) entrega peças à fábrica central da *Toyota Motors*, eles usam este *kanban* de pedido de peças para subcontratantes. O número 50 representa o número do portão de recebimento da Toyota. A vareta é entregue à área de estocagem A. O número 21 é o número de controle de item para as peças.

Fonte: Livro O Sistema Toyota de Produção – Além da produção e larga escala de Taiichi Ohno.

Como é possível observar na figura 3, trata-se de uma abordagem visual muito simples de organização, de pequeno custo e que proporciona resultados incríveis, suas principais vantagens são o aumento de produtividade, priorização das tarefas e redução de custo. Ele impede que ocorra a superprodução, além de não precisar dispor de estoque porque a produção

acompanha o ritmo de consumo e giro das mercadorias, tal ritmo pode variar de lento a intenso. (OHNO, 1997)

Apesar de simples é muito importante que o Kanban seja aplicado de forma correta, atendendo a algumas regras essenciais para seu funcionamento, primeiramente é necessário entender seu propósito e função para só então criar regras de utilização, se implementado indevidamente pode acabar gerando inúmeros problemas. Seu objetivo é obter o Just In Time, tornado o processo bem simples e visível para todos, proporcionando assim melhorias de âmbito geral, com isso a estabilização e sincronização da produção é imprescindível. (OHNO, 1997)

5.3.2 NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO

Conhecido também como heijunka, sua principal meta é ter o mesmo ritmo de produção todos os dias, eliminando a variabilidade para torná-la mais repetitiva e previsível com intuito de reduzir os estoques, produzir com qualidade, e aumentar a flexibilidade do trabalho de forma que não sobrecarregue os funcionários, as máquinas e os fornecedores, além de possibilitar a produção de peças na quantidade exata e no momento certo. (DENNIS, 2008)

5.3.3 AUTOMAÇÃO HUMANA

Outro pilar do STP também conhecida como “autonomamente” é a inteligência humana transferida para a máquina automatizada, que contém um dispositivo acoplado de parada automática para impedir a confecção de produtos defeituosos, sendo necessário a função de um operador apenas quando a máquina parar de funcionar devido uma anormalidade, mantendo dessa maneira a segurança, eliminando a superprodução e conseqüentemente aumentando a produtividade. (OHNO, 1997)

5.4 FILOSOFIA LEAN NA COSTRUÇÃO CIVIL

Para Junqueira (2006, p. 11): “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 como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta.”

Lean Construction busca reparar esses déficits, sendo a adaptação dos princípios do Lean Thinking para as atividades da construção civil, através da implementação de dispositivos simples e de baixo custo, propondo a diminuição de custo e prazo. De acordo com Ohno (1997, p. 30), “o Sistema Toyota de Produção, com seus dois pilares defendendo a absoluta eliminação do desperdício, [...] representa um conceito em administração que funcionará para qualquer tipo de negócio.”

Semelhante a produção automobilística, na construção civil várias empresas buscam formas de melhorar seus métodos de trabalho para se manter em um mercado cada vez mais competitivo. Lauri Koskela em 1992 apresentou possibilidades de utilização do lean construction adaptando a metodologia para as peculiaridades do setor. (KOSKELA, 1992)

A aplicação do lean vai além das atividades que transformam a matéria prima no produto desejado, mas abrange também todas as etapas que servem de apoio para o processo, como o transporte, espera e verificação, analisando o cenário de forma total além de visar a capacitação dos funcionários de acordo com a filosofia para que tenham autonomia para resolver os problemas diários. (KOSKELA, 1992)

5.4.1 RELAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION COM LEAN MANUFACTURING

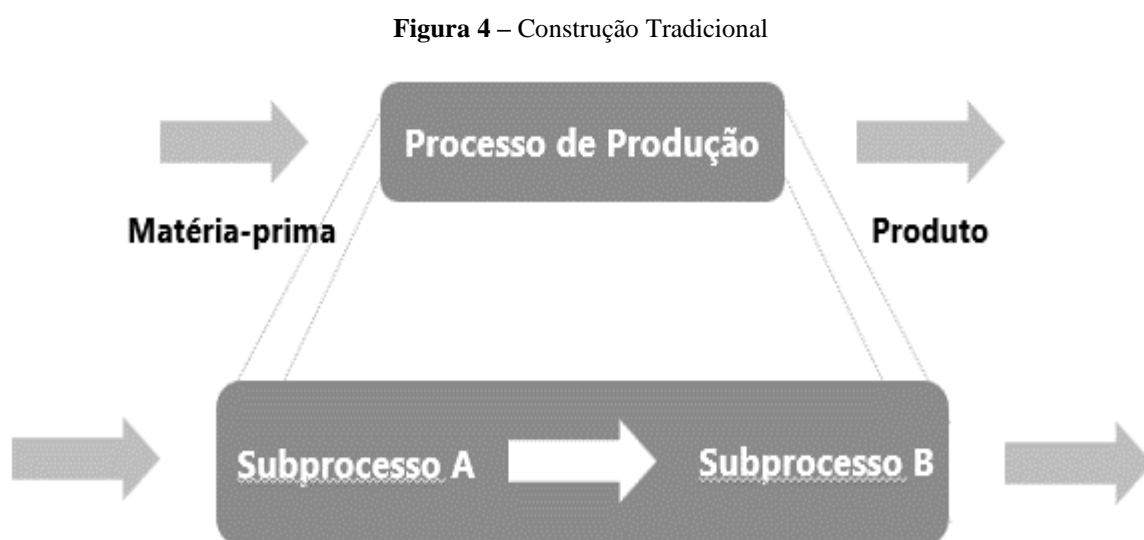
O STP se tornou base para muitas outras metodologias estruturadas com o uso consciente da matéria prima e diminuição do desperdício, o Lean Manufacturing também conhecida como manufatura enxuta foi uma das ramificações utilizadas para aumentar a qualidade e produtividade nas fabricas, com o tempo o sucesso acabou sendo do conhecimento de todos e o conceito lean começou influenciar outros ramos. (KOSKELA, 1992)

Lauri Koskela (1992) trouxe tal influência para a construção civil, moldando-a para se enquadrar no dia-a-dia ao ambiente de um canteiro de obras, mantendo os pontos fortes de suas vantagens contra o desperdício. O local de trabalho na construção civil muda a cada empreendimento e sua mão de obra movimenta-se com o desenvolver da edificação, isso o torna bem diferente do meio de abordagem do lean manufacturing, no entanto os dois métodos ainda apresentam algumas características em comum. (KOSKELA, 1992)

5.4.2 CONSTRUÇÃO TRADICIONAL X CONSTRUÇÃO ENXUTA

O ramo da construção civil durante muito tempo baseia seu trabalho no modelo de gerenciamento da produção, visando apenas atividades de processamento ou que envolvem a modificação de um material, desconsiderando as funções de transporte, verificação e espera. Na busca pela modernização está sendo introduzido o modelo da produção enxuta, que considera importante todas as atividades, desde conversão ao fluxo. (JUNQUEIRA, 2006)

A diferença basicamente está na forma como o processo de produção está dividido, conforme é possível observar na figura 4, a construção tradicional está separada por sub processos, onde materiais como cimento, areia, tijolo são transformados em produtos intermediários: fundação, estrutural, alvenaria, entre outros, e cada etapa ainda pode ser subdividida. (ISSATO, 2000)



Fonte: Blog Voitto.

Esse modelo é utilizado em orçamentos e planos de obras em geral, no entanto apresenta algumas deficiências que fazem uma enorme diferença no produto final, a primeira falha é não contabilizar algumas atividades do fluxo de materiais e mão de obra que por sua vez não agregam valor, outro fator é o controle da produção, que fica totalmente focado nos sub processos de forma individual e não na obra como um todo, bem como o fato da produção não levar em conta as necessidades dos clientes. (ISATTO, 2000)

Na prática é possível observar que esses detalhes ignorados, juntos fazem muita diferença no custo total da obra. De acordo com Isatto et al. (2000, p.7): “estima-se que cerca de dois terços (67%) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obra estão nas operações que não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, etc.”

De acordo com a figura 5, a construção enxuta está voltada para um processo que englobe o fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, verificando todas as atividades desenvolvidas e identificando as que não agregam valor como movimentos desnecessários, transporte, retrabalhos. Nesse método o principal objetivo é erradicar todo o desperdício, para consequentemente reduzir os custos, aumentar a produtividade e possibilitar maior qualidade a obra (ISATTO, 2000)

Figura 5 – Construção Enxuta



Fonte: Blog Voitto.

5.5 DESPERDÍCIOS

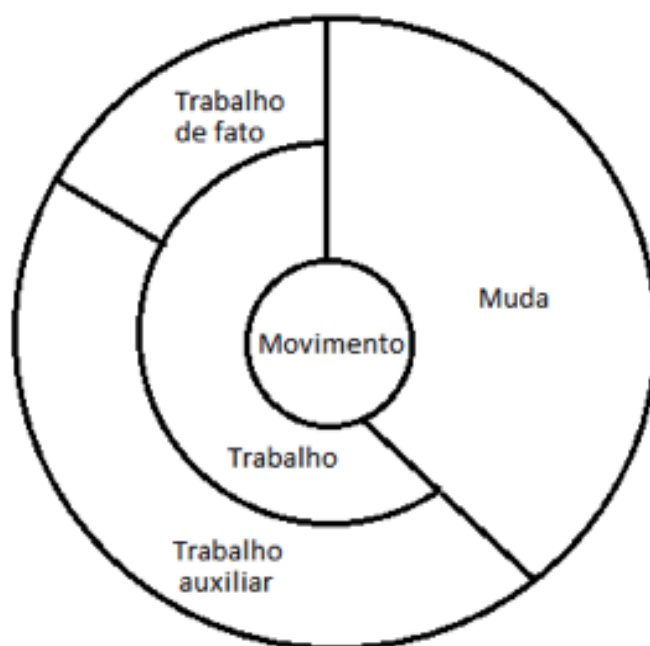
Também denominado como “muda”, representa todo gasto desnecessário que traz aumento de custo no produto ou serviço, sem propiciar melhorias. O ato de eliminar o desperdício na produção significa erradicar tudo que não agrega valor, como atividades que muitas vezes acabam passando despercebidos no decorrer do dia a dia. (LYRA DA SILVA, 2005)

Ao dividir o trabalho produtivo temos a perda, que é as atividades que não agregam valor algum para o produto e que podem ser eliminadas de acordo com a necessidade de cada empreendimento, são identificadas como estoque, reabastecimento, espera entre operações,

movimentação do produto, entre outros. Da mesma forma existe as operações que não agregam valor, mas são fundamentais, apesar de não beneficiar diretamente a matéria-prima fazem parte do seu processo produtivo, atividades como desembalar peças, operações manuais de comando em equipamentos, movimentos para alcançar materiais, etc. (LYRA DA SILVA, 2005)

Já as operações que agregam valor, são identificadas como atividades que transformam a matéria-prima, num produto com forma e qualidade, são elas que moldam também o valor final da mercadoria, apesar de muitos processos não serem percebidos pelo cliente, são associados ao valor, quanto mais alto melhor é a eficiência da operação. Tal esquema está representado de forma mais clara na imagem a seguir. (LYRA DA SILVA, 2005)

Figura 6 – Sistema do trabalho



Fonte: Livro Produção Lean Simplificada – Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso no mundo de Pascal Dennis, 2008.

O movimento dos trabalhadores está separado em trabalho e muda/desperdício, onde a muda representa as funções totalmente desnecessárias como transporte sem sentido, empilhar estoques de produtos intermediários. As atividades estão separadas em duas categorias, o trabalho de fato que transforma a matéria prima no produto e o trabalho auxiliar que é necessário, mas não agrega o valor, com caminhar para receber peças, desembalar peças entre outros. (OHNO, 1997)

No setor da construção tradicional existem muitos conceitos sobre o que é perda bem como a maneira de medi-las, entulho é o maior sinônimo de perda, pois são restos de madeira, ferros, blocos entre outros que não são reaproveitados. Já para construção enxuta a perda é referente a utilização de recurso de qualquer natureza o que se torna mais difícil de medir, mas totalmente possível de ser identificada e eliminada. (ISATTO, 2000)

5.5.1 OS 8 DESPERDÍCIOS INDICADOS PELO LEAN

Em alguns casos as perdas acabam passando despercebidas durante o processo, por isso o sistema lean definiu os oitos principais desperdícios, segundo Ohno (1997, p. 39): “o passo preliminar para aplicação do Sistema Toyota de Produção é identificar completamente os desperdícios: desperdício de superprodução; desperdício de tempo disponível (espera); desperdício em transporte; desperdício de processamento em si; desperdício de estoque disponível (estoque); desperdício de movimento; desperdício de produzir produtos defeituosos.”

Identificar e criar soluções para acabar com esse desperdício é a forma como se implementa a metodologia Lean, pois para atingir uma melhoria é preciso desconstruir ou aperfeiçoar as velhas crenças, utilizando-se de novas formas e padrões de gerenciamentos para encarar o processo de construção, lidando de maneira mais efetiva com o desperdício que vai além da perda de matéria prima.

5.6 PRINCÍPIOS DO LEAN

Eles auxiliam na identificação dos problemas nos subprocessos e em processo de fluxo, que podem ser um controle fracionado, grau de complexidade e falta de transparência do processo. Vale lembrar que os processos projetados fornecem um ponto de partida para a melhoria contínua, baseando-se nas medições verdadeiras do processo, para aplicar isso na prática existem onze princípios. (KOSKELA, 1992)

Sua aplicação precisa ser do conhecimento de toda equipe, bem como seu modo de funcionamento e suas vantagens, para que todos possam trabalhar juntos buscando diariamente, tranformar a obra numa construção exuta. De acordo com Koskela (1992, p.18, tradução nossa) os onze principios são:

1. Reduza a participação de atividades que não agregam valor.
2. Aumente o valor da produção por meio da consideração sistemática dos requisitos do cliente.
3. Reduza a variabilidade.
4. Reduza o tempo de ciclo.
5. Simplifique minimizando o número de etapas, peças e ligações.
6. Aumente a flexibilidade de produção.
7. Aumente a transparência do processo.
8. Concentre o controle em todo o processo.
9. Construa melhoria contínua no processo.
10. Melhoria de fluxo de equilíbrio com melhoria de conversão.
11. Fazer benchmarking.

5.7 VALOR DA MÃO DE OBRA

O desempenho do funcionário está diretamente relacionado com o seu conhecimento, experiência e do ambiente onde está inserido, é necessário proporcionar um local de trabalho adequado, ajuda-lo desenvolver sua capacidade de trabalhar em equipe, com ética, respeito e assiduidade, bem como incentivar a equipe a alcançar os objetivos individuais e da empresa. Essa função cabe ao engenheiro como gestor, adaptar sua forma de liderança para moldar sua equipe de trabalho em prol da qualidade e produtividade. (VIANA e MELO, 2018)

Em um sistema enxuto, a eliminação de perdas é realizada pelas pessoas, as ferramentas utilizadas servem apenas para abolir as perdas no fluxo de fabricação do produto, não levando em consideração outro fluxo que tem maior valor dentro da organização, o de pessoas. A principal falha está na falta de um sistema humano bem estruturado, que é essencial para uma competitividade a longo prazo, por isso é suma importância desenvolver uma equipe de autonomia, apta a solucionar problemas. (LIKER e HOSEUS, 2009)

Apesar de todas as vantagens, a metodologia lean e suas ferramentas vão apenas apontar onde estão os pontos problemáticos, mas não conseguem por si só solucionar, por isso a mão de obra é essencial, é a partir dela que ocorrerá a melhoria contínua, mas para isso os funcionários precisam trabalhar em equipe, além de compreender e agir de acordo com a filosofia lean. (LIKER e HOSEUS, 2009)

5.8 APLICAÇÃO DOS CONCEITOS NA PRÁTICA

Foi analisado a rotina de uma empresa de construção e incorporação x, que está no mercado desde 2007, localiza-se na cidade de Lages/SC juntamente com seus empreendimentos

de padrão médio e alto, seu quadro de funcionários é composto por serventes, pedreiros, armadores, carpinteiros, mestre de obras, engenheiro, estagiários e sócios administradores.

A edificação trata-se de um edifício residencial de alto padrão com acabamento de piso porcelanato e/ou laminado, portas laqueadas, aberturas em alumínio, revestimento externo com detalhes em pele de vidro, forro de gesso, onde o subsolo, térreo o primeiro pavimento será destinado a garagem privativa com 1 ou 2 vagas, área comum terá hall de entrada mobiliado e decorado, com porteiro eletrônico, dois salões de festas mobiliados, uma piscina interna com sistema de aquecimento e espaço para academia.

Os dez pavimentos restantes vão ser apartamentos de dois ou três dormitórios com opção de duas a três suítes, conterà hidrômetro individualizado, portas de entrada com fechadura eletrônica, revestimento acústico no piso. Sua área útil será a partir de 63m² com a opção de duplex na cobertura, além de uma vista privilegiada o edifício possuirá também dois elevadores, além das escadas.

De acordo com o cronograma físico da obra, a mesma deverá ser finalizada até o mês de junho de 2023, contudo devido a atrasos na execução das fundações realizadas por uma empresa terceirizada, episódios de chuvas intensas em setembro de 2019 e ao recesso da quarentena do dia vinte de março a primeiro de abril, imposto pelo cenário atual de pandemia, todos esses acontecimentos proporcionam a obra um atraso de três meses, como é possível observar no apêndice I.

Além do atraso ocasionado por efeitos externos, foi observado algumas atividades que não agregam valor, por exemplo as ferragens para vigas, pilares e laje nervurada são adquiridas com corte e dobra de uma empresa de Biguaçu, uma opção que vem para diminuir os desperdícios de materiais e otimizar o tempo. A quantidade de ferro comprado por sua vez é suficiente para executar três pavimentos, esses materiais são armazenados no canteiro de obra expostos a intempéries, representados pela figura 7.

Figura 7 – Depósito de ferro



Fonte: Autor, 2020.

Apesar desse método vir para diminuir os resíduos de material, o volume de ferro acaba ocasionado transtorno e demandando um tempo hábil para organizar e encontrar os itens necessários de cada armação, pois é preciso conferir cada etiquetas. Essa atividade apesar de necessária, não gera valor ao produto final, por isso está em análise de acordo com os princípios do lean construction para otimizar o tempo de serviço.

Visando qualidade e padronização das atividades, bem como diminuir o tempo de trabalho, foi implementado um silo para armazenamento da argamassa e o misturador automatizado que disponibiliza o produto final no momento exato em que os profissionais precisam para executar a alvenaria de vedação conforme representado nas figuras 8 e 9. De acordo com a figura 10 é possível analisar pequenos estoques de tijolo, que vão sendo repostos de acordo com a necessidade.

Todos os materiais são solicitados com os fornecedores para serem entregues apenas alguns dias antes de serem utilizados, esse controle faz com que a obra não precise de um grande espaço estoque, não gerando de acordo com a metodologia lean desperdício de tempo em atividades que não agregam valor como organização, transporte, espaço de armazenamento, além de manter parte da qualidade final com armazenamentos inadequados.

Figura 8 – Silo de argamassa



Fonte: Autor, 2020.

Figura 9 – Misturador



Fonte: Autor, 2020.

Figura 10 – Depósito de tijolos



Fonte: Autor, 2020.

Algumas implementações já são bastantes comuns nas construções, principalmente nas de grande porte, apesar de possuírem um valor aquisitivo mais alto, proporcionam resultados positivos que compensam o investimento e ainda se encaixam na metodologia Lean Construction, que basicamente é uma análise completa da obra, onde será identificado os pontos fracos, e implementado métodos de acordo com a construção e suas condições para maximizar os resultados de produção.

Na obra em análise, a limpeza da obra não possuía um controle padronizado, o transporte de restos de materiais de um pavimento ao outro até seu destino correto acabava ocasionando uma atividade que não gerava valor, mas sim desperdícios de tempo, dinheiro e produtividade. Ao identificar essa situação foi decidido pela implementação de tubos de plásticos coletores de entulho representados na figura 11, para uma padronização do local de recolhimento dos resíduos além de minimizar o desperdício.

Figura 11 – Tubos coletores de entulho



Fonte: Autor, 2020.

No quesito gestão de obra, o engenheiro, estagiário e mestre de obra fazem uso de uma planilha 5W2H, um método simples, sem custo, que permite a visualização das metas por

prioridades, além de separar as obrigações de cada funcionário para não sobrecarregar ninguém e impedir que alguma atividade seja esquecida. Também são utilizados quadros de controle interno, onde estão especificadas as etapas da obra e são anotados os itens que já foram conferidos em diferentes turnos, evitando assim um retrabalho.

Figura 12 – Quadro de Controle Interno

	FUNDO	FRENTE	
- PILARES	✓	✓	CORPO DE PROVA 2 CAMADAS DE 13 GOLPES SLUMP 3 CAMADAS DE 25 GOLPES ----- * CONFERIR PLANILHA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS ----- - PLANEJAR OBRA PARA 2021
- VIGAS	✓		
- CAPITÉIS	✓		
- LAJE	✓		
- ESPERA DE PILARES PARA A PRÓXIMA LAJE	✓		
- Mapeamento concreto	✓		
- RESISTÊNCIA AOS 28 DIAS			
- CORPO DE PROVA	✓		
- ESPERA DA ESCADA			
- ARMAÇÃO ESCADA		✓	
- ESPERAS PARA BANDEJA			

Fonte: Autor, 2020.

As metas também são repassadas aos funcionários, para que todos trabalhem com um propósito em comum de acordo com os prazos. O controle de obra é bastante eficaz, em todas as concretagens são realizados slump para verificar sua consistência, onde são feitos dois corpos de prova a cada caminhão, posteriormente são rompidos por uma empresa terceirizada. Na obra é feito o acompanhamento da concretagem bem como seu mapeamento.

Todas as atividades executadas diariamente são anotadas detalhadamente no diário de obra, bem como a especificação de qual profissional está presente e a função que está realizando, é descrito também o início e término de cada etapa, além de ser feito registros fotográficos. Esse processo é extremamente útil para avaliar o progresso da construção bem como identificar os pontos falhos.

A obra possui um total de dezoito funcionários, mesmo não sendo obrigatório recentemente foi optado por realizar semanalmente um diálogo diário de segurança (DDS), ministrado por um estagiário. Nessas reuniões foram abordados assuntos como: importância da utilização dos EPI'S, o que é um acidente de trabalho, cuidados na obra devido a pandemia, riscos do trabalho em altura, ordem e limpeza da obra, novembro azul e análise preliminar de riscos.

Outro tema que vem sendo aplicado é o 5S, uma ferramenta de qualidade, que dá total apoio para a implementação do Lean Construction, seu principal objetivo é melhorar o ambiente de trabalho, aprimorando a eficiência através de cinco ações: classificação, ordem, limpeza, padronização e disciplina, fazendo com que os funcionários compreendam seu conceito e importância.

Figura 13 – 5 Sensos



Fonte: Google imagens.

Como a melhoria deve ser contínua, a empresa está analisando a opção de adquirir uma máquina projetora de chapisco e reboco, visando aumentar a produtividade diminuindo a quantidade de horas trabalhadas nessas atividades, bem como a redução de desperdício de materiais que acaba ocorrendo, apesar do equipamento precisar de um alto investimento inicial proporcionaria inúmeras vantagens.

Todos esses métodos aplicados já estão apresentando resultados positivos, no entanto de forma lenta, a muito ainda a ser melhorado, principalmente no quesito gestão humana onde o mestre de obras acaba ficando sobrecarregado por não possibilitar uma maior autonomia aos funcionários, os mesmos também oferecem uma resistência a implementação dos novos métodos, muitas vezes por não compreenderem seu conceito.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa possibilitou um maior entendimento referente a origem do SPT, seus princípios, e o fato de ter sido desenvolvida para o setor automobilístico e adaptada para a construção civil mantendo as suas inúmeras vantagens. O lean construction se mostrou de fácil acesso e implementação, no entanto a metodologia não mexe apenas com processos e máquinas, mas também com pessoas e esse se revelou o maior desafio para se obter uma obra enxuta.

O sistema por si só vem acompanhado de várias ferramentas e princípios, que ao ser aplicado a execução de uma edificação, permitirá obter resultados surpreendentes quanto a diminuição do desperdício, aumento de produção e qualidade. As regras que acompanham a metodologia dão um norte para iniciar sua implementação, que serve para todas as áreas e atividades visando evitar os famosos retrabalhos, perda de tempo, desperdício de materiais e os custos adicionais.

Os princípios de uma construção enxuta podem ser introduzidos em construtoras por meio de técnicas e ferramentas e apresentarem resultados imediatos, no entanto a maior dificuldade está em manter tais progressos. O lean construction vai muito além de regras, por ser adaptação de um sistema baseado em uma filosofia, conforme analisado na prática é necessário desconstruir todas as crenças e reconstruir diariamente, em equipe com disciplina, em busca pela melhoria continua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, Edward; IANO, Joseph. **Fundamentos da Engenharia de Edificações: Materiais e Métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 996 p. Revisão Técnica: José Alberto Azambuja, Miguel Aloysio Sattler, Ruy Alberto Cremonini. Tradução Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra.

BAZZO, Walter António; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale Pereira. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

_____ - CBIC. **PIB Brasil e Construção Civil**, 2016b. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em 19 de novembro de 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. edição - São Paulo: Atlas. 2002.

HIRSCHFELD, Henrique. **A construção civil fundamental: modernas tecnologias**. 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2005.

ISATTO, E. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. 2000. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/355599058/Eduardo-Luis-Lean-Construction-Diretrizes-e-Ferramentas-para-o-Controle-de-Perdas-na-Construcao-Civil-pdf>>. Acesso em: 23/11/2020 às 15:53.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. Disponível em: <https://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf>. Acesso em: 21/10/2020 às 00:04.

JUNQUEIRA, Luiz, E. L. et al. **Aplicação da Lean Construction para Redução dos Custos de Produção da Casa 1.0®**. São Paulo, 2006, 146p. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/72655418-Aplicacao-da-lean-construction-para-reducao-dos-custos-de-producao-da-casa-1-0.html>>. Acesso em: 23/11/2020 às 15:53.

LIKER, Jeffrey K. HOSEUS, Michael. **A cultura Toyota [recurso eletrônico]: a alma do Modelo Toyota**. Tradução Francisco Araújo da Costa. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

LIKER, Jeffrey K. HOSEUS, Michael. **A cultura Toyota [recurso eletrônico]: a alma do Modelo Toyota**. Tradução Francisco Araújo da Costa. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

LYRA DA SILVA, Rodrigo R. **Construção predial Lean: mapeamento da cadeia de valor das estruturas metálicas**. 2005. 189 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez. **Gestão dos resíduos sólidos: conceitos e perspectivas de atuação**. 1. Ed. – Curitiba: Appris, 2018.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção – Além da produção e larga escala**. Bookman, 1997.

VIANA, Jullyana Ferreira; MELO, Virginia Spinasse De. **A importância da gestão de pessoas na nova era da construção civil**. In: Anais do V Encontro Regional dos Cursos de Administração. Carpina (PE) FALUB, 2018-10-22. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/verecad/88494-a-importancia-da-gestao-de-pessoas-na-nova-era-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 20/10/2020 às 16:23.

ANEXO II – CONTROLE DE TRABALHADORES EM RELAÇÃO S ATIVIDADES

Atividade	Equipe média	Qtd total	-	Relação
Estrutura	2 carpinteiros + 2 armadores + 4 pedreiros + 5 serventes	9.430,66	m2	1
Alvenaria e cortes de instalações	6 pedreiros + 3 serventes	15.398,90	m2	1,63
Reboco Interno	6 pedreiros + 3 serventes	21.823,05	m2	2,31
Contrapiso	4 pedreiros + 2 serventes	6.276,20	m2	0,67
Azulejos	5 azulejistas + 2 serventes	4.228,76	m2	0,45
Gesso	4 gesseiros	4.889,57	m2	0,52
Massa corrida	4 pintores	24.338,44	m2	2,58
Piso cerâmico / porcelanato	3 azulejistas	5.783,73	m2	0,61
Pintura interna	9 pintores	24.338,44	m2	2,58
Reboco Externo	4 pedreiros + 2 serventes	7.645,74	m2	0,81
Pintura Externa	4 pintores + 2 servente	7.645,74	m2	0,81

As equipes podem variar de acordo com o pavimento