UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

ADRIELLI APARECIDA WESTERLON

LUCAS EDUARDO DREHMER

ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION*: EM UMA CONSTRUTORA NA GRANDE FLORIANÓPOLIS-SC

Palhoça

2021

ADRIELLI APARECIDA WESTERLON

LUCAS EDUARDO DREHMER

ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION*: EM UMA CONSTRUTORA NA GRANDE FLORIANÓPOLIS-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 Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. José Humberto Dias de Tolêdo, MSc.

Palhoça

2021

ADRIELLI APARECIDA WESTERLON

LUCAS EDUARDO DREHMER

ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION*: EM UMA CONSTRUTORA NA GRANDE FLORIANÓPOLIS-SC

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

Palhoça, 08 de junho de 2021.

Professor e orientador José Humberto Dias de Tolêdo, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Fernanda Soares de Souza Oliveira, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Engenheiro Paulo Roberto May, MSc.

Dedicamos este trabalho a Deus, o nosso maior orientador.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos forneceu força e saúde para realizar este trabalho.

Aos nossos amigos, parceiros de vida. Eles fazem nossos dias mais alegres, a vida mais leve, estando sempre ao nosso lado, nos momentos bons e ruins.

Agradecemos o nosso professor orientador José Humberto Dias de Tolêdo, que não mediu esforços para auxiliar na conclusão deste trabalho, nos tranquilizou e dividiu seu conhecimento que foi fundamental e indispensável para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecemos também ao professor Paulo Roberto May, que nos orientou na primeira etapa deste trabalho, sempre se colocando à disposição para compartilhar os seus conhecimentos esclarecendo todas as dúvidas apresentadas.

Agradecemos à empresa por permitir a elaboração deste trabalho e fornecimento dos dados essenciais para a conclusão deste estudo.

Agradeço ao meu marido e companheiro de trabalho por dividir comigo a sua experiência e por servir de inspiração de ser humano e profissional. (Adrielli)

Agradeço à minha mãe Adriana *"In Memorian"* que me gerou e demonstrou por mim o maior e mais sincero amor que pude presenciar. Ela que foi um exemplo de pessoa por correr atrás dos seus sonhos e lutar pela sua felicidade.

À minha querida esposa e companheira de trabalho por dividir comigo a sua experiência e por servir de inspiração de ser humano e profissional. (Lucas)

Em especial ao meu pai Eldon *"In Memorian"*, pelo seu incentivo, amor e compreensão, que foram indispensáveis para a minha formação. Minha gratidão e meu amor são imensuráveis e atemporais.

Parabenizamos e agradecemos a todos os professores e a UNISUL, por todo apoio oferecido e ensinamento compartilhado durante esta caminhada.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original” (EINSTEIN, 1879 – 1955).

RESUMO

Compreender e visualizar os impactos dos desperdícios na construção civil são tarefas extremamente difíceis, principalmente quando não há um bom planejamento controlado das ações da empresa e das obras que estão sendo executadas. É possível observar no setor da construção civil que há um controle nos desperdícios em relação aos materiais, porém o desperdício de mão de obra, como fluxos desnecessários de funcionários, passa despercebido muitas vezes pelos olhos dos gestores. Há vários métodos e ferramentas que podem ser utilizadas para amenizar este problema, uma delas é a filosofia *Lean Construction*, adaptada por Lauri Koskela do Sistema Toyota de Produção (STP), que surgiu para auxiliar gestores da construção civil a inovar o modo de execução das atividades, tanto nos trabalhos de conversão, como nos de fluxo. Portanto, esta pesquisa buscou entender as origens do conceito de produção enxuta, e a sua adaptação para a construção civil. Além de conceituar a filosofia, foi analisada a aplicação dos onze princípios do *Lean Construction* em uma construtora da Grande Florianópolis-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.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção. *Lean Construction*. Desperdícios.

ABSTRACT

Understanding and visualizing the impacts of waste in civil construction are extremely difficult tasks, especially when there is no good controlled planning of the company's actions and the works that are being carried out. It is possible to observe in the civil construction sector that there is a control over waste in relation to materials, but the waste of labor, as unnecessary flows of employees, often goes unnoticed by managers. There are several methods and tools that can be used to alleviate this problem, one of them is the Lean Construction philosophy, a philosophy adapted by Lauri Koskela of the Toyota Production System (STP), which was created to assist construction managers to innovate the way of execution of activities, both in conversion and flow work. Therefore, this research sought to understand the origins of the concept of lean production, and its adaptation for civil construction. In addition to conceptualizing the philosophy, the application of the eleven principles of Lean Construction was analyzed in a construction company in Greater Florianópolis-SC, also presenting the main improvements achieved and difficulties faced in its 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 construction process, the company achieved good results with the reduction of waste, previously ignored by the traditional model of construction.

Keywords: Toyota Production System. Lean Construction. Waste

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do tempo – Produtividade na história 23
Figura 2: Estrutura do sistema Toyota de produção – Casa STP 25
Figura 3: Modelo tradicional de processos 29
Figura 4: Novo modelo de construção – *Lean Construction* 30
Figura 5: Principais diferenças entre os modelos de produção: Tradicional e Enxuto 30
Figura 6: Tempo de ciclo 32
Figura 7: Organograma da Construtora A 37
Figura 8: Plano de ataque 41

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Forma de pilar. 42
Imagem 2: Escoras metálicas. 43
Imagem 3: Identificação de formas através da cor. 44
Imagem 4: Reunião para apresentação do planejamento da obra 45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Desperdícios antecedentes a implementação da filosofia 39
Gráfico 2: Engajamento e comprometimento da equipe a nova filosofia 47
Gráfico 3: Análise dos desperdícios após a implementação da filosofia 48
Gráfico 4: Redução em % após da implementação da filosofia 49
Gráfico 5: Redução em % de custo, consumo e mão obra após da implementação. 50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Análise dos princípios do *Lean Construction*: Respostas da Construtora A x Fundamentação Teórica.....50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 JUSTIFICATIVA 15
1.2 PROBLEMA 16
1.3 OBJETIVO GERAL 16
1.3.1 Objetivos Específicos 17
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO 17
1.5 METODOLOGIA 17
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 21
2.1 PRODUTIVIDADE NA HISTÓRIA 21
2.1.1 Produção artesanal 21
2.1.2 Taylorismo 21
2.1.3 Fordismo 22
2.1.4 Toyotismo 22
2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP) 24
2.2.1 Estrutura do sistema Toyota de produção 25
2.2.1.1 *Kaizen* 26
2.2.1.2 *Heijunka* 26
2.2.1.3 Padronização 26
2.2.1.4 *Just in Time* - JIT 26
2.2.1.5 *Jidoka* 27
2.3 *LEAN CONSTRUCTION* 28
2.3.1 Filosofia convencional de construção 28
2.3.2 Nova filosofia de construção 29
2.3.3 Aplicação da nova filosofia de construção 31
2.4 TRABALHOS CORRELATOS 34
2.4.1 Planejamento de uma obra utilizando conceitos do *Lean Construction*: Estudo de caso 34
2.4.2 Otimização no canteiro de obra: Utilizando o método do *Lean Construction* 35
2.4.3 A aplicação do método *Lean Construction* na construção civil 35
2.4.4 Planejamento de obra utilizando *Lean Construction* diante de restrições financeiras 35

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO 37
3.1 PERFIL DA EMPRESA 37
3.2 PERFIL DO ENTREVISTADO 38
3.3 MÉTODO DE PESQUISA 38
3.4 ANÁLISE DOS ONZE PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION* 38
3.4.1 1º Princípio: Diminuir as atividades que não agregam valor ao produto 40
3.4.2 2º Princípio: Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes 41
3.4.3 3º Princípio: Reduzir a variabilidade 41
3.4.4 4º Princípio: Diminuir o tempo de ciclo da produção 43
3.4.5 5º Princípio: Simplificar com a redução do número de partes e passos 43
3.4.6 6º Princípio: Possibilitar a flexibilidade da execução 44
3.4.7 7º Princípio: Tornar o processo transparente 44
3.4.8 8º Princípio: Focar no controle do processo completo 46
3.4.9 9º Princípio: Implantar a melhoria continua no processo 46
3.4.10 10º Princípio: Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo 46
3.4.11 11º Princípio: *Benchmarking* 46
3.5 NÍVEL DE ENGAJAMENTO DA EQUIPE COM A FILOSOFIA *LEAN* 47
3.6 DESPEDÍCIOS APÓS A IMPLEMENTAÇÃO 48
3.7 ANÁLISES SOBRE O ESTUDO DE CASO 50
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 53
4.1 SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS 54
REFERÊNCIAS 55
APÊNDICES 58
APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO PARA A CONSTRUTORA 59
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA A CONSTRUTORA 60

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é vista como um dos setores mais relevantes para o crescimento econômico de muitos países, uma vez que representa uma porcentagem significativa no PIB. No entanto, em momentos de crise a construção civil é uma das primeiras áreas a serem prejudicadas.

Com a pandemia de COVID-19 muitos setores foram afetados economicamente, e a construção civil foi um deles. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), no segundo trimestre de 2020, em relação ao trimestre anterior, a construção civil apresentou retração de 5,7% em seu PIB. Foi um recuo mais intenso do setor desde o segundo trimestre de 2003, que caiu 8%, porém não mais que o PIB nacional que chegou a um percentual de queda de 9,7% no segundo trimestre de 2020, comparado com o trimestre anterior. Contudo, há pontos positivos, no primeiro trimestre o número de vagas perdidas foi de 33.244, mas em julho o setor foi responsável pela geração de 41.986 novas vagas, portanto, o início do segundo semestre já mostrou o setor mais ativo e recuperando suas atividades (CBIC, 2020, p.6).

Segundo a Confederação Nacional das Indústrias (CNI), em julho de 2020 a atividade industrial permaneceu em trajetória de recuperação, deixando para trás a maior parte da queda acumulada nos meses de março e abril de 2020 e retornando ao patamar pré-pandemia. O faturamento real aumentou 7,4% em julho, acumulando alta de 34,5% nos três últimos meses e as horas trabalhadas na produção cresceram 4,5% também em julho, totalizando um crescimento de 20,9% (CNI, 2020).

Com os impactos da pandemia muitos empreendedores viram suas empresas decaindo, mas agora com os índices voltando a se normalizar, buscam estratégias para se destacar no mercado, uma delas é a boa gestão.

Segundo Mattos (2010), o que impacta fortemente no desempenho da produção é um bom planejamento. Para aumentar a produtividade, os gestores podem traçar várias modificações, métodos de execuções podem ser reavaliados, novas tecnologias podem ser implantadas, podem ser feitos o aperfeiçoamento da mão de obra já existente e a motivação dos colaboradores. Além do planejamento, é importante ter o controle da produção que, basicamente, consiste em verificar se o andamento da produção está ocorrendo conforme o planejado.

Para Bernardes (2001), é no planejamento e controle de produção que se tomam decisões e determinam-se metas para que os objetivos sejam alcançados. Para que uma empresa alcance o sucesso é preciso ter controle das ações, tornando o planejamento essencial na redução dos

desperdícios e consequentemente dos custos, no cumprimento dos prazos e na obtenção de um padrão satisfatório de qualidade adequado para o cliente. Assim torna-se essencial a utilização de métodos e ferramentas de planejamento e controle que permitam um gerenciamento da execução do projeto e da obra, com coleta de informações e controle dos serviços a serem executados.

Em função da importância da construção civil na contribuição do PIB e a importância do planejamento e controle nesse setor, foram desenvolvidos métodos e ferramentas para auxiliar os profissionais desta área, uma delas é a filosofia *Lean Construction*, mais conhecida como construção enxuta, adaptada do Sistema Toyota de Produção por Lauri Koskela em 1992, que apresenta onze princípios que buscam a eliminação de desperdícios e redução de custos (KOSKELA, 1992).

Diante disso, esse trabalho de conclusão de curso tem o objetivo de desenvolver uma análise dos onze princípios do *Lean Construction* em uma empresa de construção civil na Grande Florianópolis-SC.

1.1 JUSTIFICATIVA

O setor da construção civil está se tornando cada vez mais competitivo, isso faz com que as empresas procurem maneiras de se manterem no mercado, reduzindo custos e prazos com auxílio de ferramentas e métodos inovadores, com a finalidade de atender à necessidade dos seus clientes.

A falta de conhecimento do que realmente agrega valor no produto permite a geração de desperdício tanto de tempo como de materiais, gerando perda de qualidade e produtividade.

Com isso, uma das alternativas que algumas empresas vêm aderindo para se destacar no mercado e se manterem competitivas é a utilização da filosofia *Lean Construction* em seus processos construção.

O *Lean Construction* surge como uma ferramenta que apresenta métodos para que seja possível ter maior produtividade com menos, ou seja, menos esforço humano, menos tempo, menos material, sempre almejando a satisfação dos clientes sem a geração de desperdícios e aumentando a qualidade do produto final (VANSAN e LANGARO, 2013).

Segundo Ferreira (2016), o *Lean Construtions* é uma adaptação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção, desenvolvido no Japão para a produção industrial automobilística, por Lauri Koskela no ano de 1992 para o setor da construção civil. Consiste em um método de

construção enxuta, eliminando desperdícios e aumentando a produtividade, sempre melhorando para atender às necessidades atuais do setor da construção civil, setor este que é caracterizado pela escassez de mão de obra qualificada, falta de profissionais capacitados para suas funções com metodologias ultrapassadas.

Portanto, a filosofia enxuta vem para auxiliar na separação de atividades que agregam valor das que não agregam valor no produto final, tornando possível a redução de desperdícios, aumentando a qualidade e produtividade.

1.2 PROBLEMA

Segundo Liker (2004), é possível identificar muitos desperdícios que ocorrem durante uma execução de obra: defeitos; excesso de produção; espera; transporte; movimentação; processamento; estoque e não ouvir as ideias dos colaboradores, ou seja, retrabalho por conta de defeitos, perda de tempo produzindo algo que não será utilizado no momento; perda de tempo com movimentação desnecessária por falta de um layout adequado e super estoque. Esses desperdícios acarretam em custos altos às empresas, muitas vezes passando despercebidos pela equipe de planejamento e financeiro, por não terem uma ferramenta que possa auxiliá-los a identificar e reparar este problema.

Outro problema importante é na falta de conhecimento do que realmente agrega valor no produto. Isso permite a geração de desperdícios, que acarreta perda de qualidade e produtividade (GONÇALVES, 2014).

Com base nessas considerações, temos como problema a ser estudado: qual a maneira que a filosofia *Lean Construction* e seus onze princípios podem ser aplicados em uma construtora na Grande Florianópolis-SC para amenizar esses desperdícios? E, quais as melhorias que a nova filosofia pode trazer para a empresa?

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso é:

Analisar se a implantação dos princípios do *Lean Construction*, em uma construtora da Construção Civil na Grande Florianópolis-SC, amenizam os desperdícios; as melhorias promovidas na empresa e as dificuldades de implantação dessa filosofia.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Conhecer a metodologia do *Lean Construction* e os seus princípios*;*
- Descrever quais as principais dificuldades que a empresa analisada encontrou na implementação da filosofia *Lean Construction*; e
- Identificar as melhorias que a filosofia trouxe para esta empresa.

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

No que tange ao tema, foi elaborado um estudo somente em uma empresa. Neste caso, os dados e informações em que foram desenvolvidos os métodos e técnicas, novas aplicações, bem como generalizações merecem um maior aprofundamento para serem utilizadas em outras organizações.

Outra dificuldade está relacionada à compatibilização da terminologia acadêmica com as práticas da indústria, o que exigiu dos autores um esforço para interpretação das informações recebidas.

A expansão deste estudo para os demais processos poderá ser realizada em fases posteriores à conclusão deste Trabalho de Conclusão de Curso.

1.5 METODOLOGIA

De acordo com Lakatos e Marconi (2010, p.65): “Método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.” Portanto, o embasamento teórico e metodológico existe para dar sustentação ao trabalho científico.

Trata-se de uma pesquisa aplicada, pois de acordo com Gil (2019), nesse tipo de pesquisa os estudos são elaborados com finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem. A pesquisa aplicada gera conhecimentos para a aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos, envolvendo interesses locais (GIL, 1999). Portanto, será elaborado um questionário para coletar informações que proporcionem uma análise da filosofia estudada com a prática.

Quanto à abordagem do problema, é uma pesquisa de cunho qualitativo, pois segundo Triviños (1995), trabalha-se com dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto. A abordagem qualitativa envolve a obtenção de dados, adquiridos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes (BOGDAN & BIKEN, 2003).

Classifica-se quanto aos objetivos como uma pesquisa descritiva, pois segundo Triviños (2009), permite ao investigador ampliar sua experiência em relação a um determinado problema. Assim, a esta etapa de uma proposta de implementação de um sistema de gestão de pessoas, a referida pesquisa enquadra-se como descritiva por apresentar:

> A descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, até mesmo, o estabelecimento de relação entre as variáveis, bem como, a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, dentre elas, a aplicação de questionários e a observação sistemática (GIL, 2010, p. 42).

Foi escolhido quanto aos procedimentos o estudo de caso, por ter sido realizado em uma organização específica. Uma das principais funções do estudo de caso é a explicação dos fatos ocorridos em um contexto social, relacionadas com variações sistemáticas, quando ocorre assim é preciso que apresente em tabelas, quadros ou gráficos com uma análise que os caracterizem (FACHIN, 2006).

Segundo Yin (2001), a principal intenção em estudos de caso é atrair esclarecimentos pelo qual mostre propósitos para definir quais decisões serão tomadas em um conjunto de motivos, quais resultados foram alcançados e quais decisões foram adotadas e implementadas. Ao investigarmos um fenômeno se queremos vida real dentro de um contexto, o estudo de caso é a forma ideal para se pesquisar.

De acordo com Campomar (1991), “O estudo intensivo de um caso permite a descoberta de relações que não seriam encontradas de outra forma, sendo as análises e inferências em estudo de casos feitas por analogia de situações, respondendo principalmente às questões por quê? E como?”.

Ao desenvolver uma pesquisa de estudo de caso é preciso que redobre seus cuidados nas coletas de dados quanto no seu planejamento. O propósito do estudo de caso é identificar possíveis problemas ou fatores que são influenciados ou influenciam em alguns objetos a serem questionados (GIL 2008).

Segundo Triviños (1995), ao desenvolver um procedimento metodológico de estudo de caso, as decorrências são corretas para o caso que se está analisando. De acordo que o resultado

da pesquisa também é relevante para outras situações, com medidas aprofundadas em uma realidade cujo resultado permite encaminhar hipótese e soluções em outras pesquisas com situações similares.

Para se usar o método de estudo de caso deve se levar em consideração a compreensão de todos os envolvidos no assunto e investigar todos os aspectos que estão relacionados ao caso. O estudo é caracterizado a um método intensivo, e quando isso acontece podem ser descobertos coisas que de outro jeito não apareciam (FACHIN 2006).

De acordo com Lakatos e Marconi (2010), o desenvolvimento da pesquisa pode ser realizado de maneira não estruturada, onde o entrevistador tem a liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada, como uma maneira de explorar de maneira mais ampla uma questão. Em geral as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversa informal. Quando realizada de maneira não dirigida, há liberdade total por parte do entrevistado, que poderá expressar suas opiniões e sentimentos. A função do entrevistador é ser inventivo, levando o informante a falar sobre determinado assunto, sem, entretanto, forçá-lo a responder.

Este estudo está buscando apresentar os métodos do *Lean Construction* e analisar a implementação dele em uma empresa da Grande Florianópolis-SC, permitindo que seus diversos aspectos estudados possam ser úteis para futuros trabalhados em empresas semelhantes à analisada.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso foi dividido em quatro capítulos, de forma a facilitar o entendimento do tema proposto, como segue:

- Capítulo 1 – Compreendem a introdução e justificativa, problema, objetivo geral e objetivos específicos, limitações da pesquisa; a metodologia utilizada para direcionar o estudo e estrutura do trabalho.
- Capítulo 2 – Neste capitulo é apresentada a fundamentação teórica que, em primeiro momento, apresenta um breve histórico e evolução dos sistemas de produção, desde a produção artesanal, passando pelo Taylorismo, Fordismo, Toyotismo, Sistema Toyota de Produção (STP) e sua estrutura, e para finalizar é apresentada a teoria *Lean Construction*, seus conceitos, características e os onze princípios da filosofia.

- Capítulo 3 – Perfil da empresa e do entrevistado, Apresentação e Análise dos Resultados.
- Capitulo 4 – Considerações Finais da pesquisa e Recomendações para trabalhos Futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo será apresentado o embasamento teórico do presente estudo, composto por: Produtividade na história; Sistema Toyota de Produção; *Lean Construction* e; Trabalhos Correlatos.

2.1 PRODUTIVIDADE NA HISTÓRIA

Segundo Azevedo (2008, *apud* RÔLA, 2010, p.16), o século XX foi o cenário de uma evolução realizada na função produção, considerando que assistiu à transição da produção artesanal para a produção em massa e, logo após, a passagem para a produção enxuta.

2.1.1 Produção artesanal

Albornoz (2000) define o modelo artesanal de produção como um processo em que o artesão participa e tem conhecimento de todas as etapas produtivas. Complementando essa definição, o Conselho Mundial do 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).

2.1.2 Taylorismo

Segundo Braverman (1987), nas décadas finais do século XIX com o aumento exponencial do tamanho das empresas, começou a se pensar em novas estratégias de controle e organização do trabalho, foi quando surgiu a ideia de gerência científica de Frederick Winslow Taylor.

De acordo com Pereira (2012), a aplicação das teorias de Taylor resultou em mudanças no processo produtivo como a padronização de processos e a divisão do trabalho entre aqueles que executam e os que pensam.

Conforme Taylor (1987):

> O uso prático dos dados científicos requer uma sala em que são guardados os livros, notações dos rendimentos máximos e uma mesa para o planejador das tarefas. Assim, todo o trabalho feito pelo operário no sistema antigo, como resultado de sua experiência pessoal, deve ser necessariamente aplicado pela direção no novo sistema, de acordo com as leis da ciência, porquanto o trabalhador, ainda que bem habilitado na organização e uso dos dados científicos, estaria materialmente impossibilitado de trabalhar, ao mesmo tempo, na máquina e na mesa de planejamento. Está claro, então, na maioria dos casos, que um tipo de homem é necessário para planejar e outro tipo diferente para executar o trabalho (Taylor, 1987: 35).

Taylor sugeriu com a ideia de uma gerência que desenvolvesse, através de tentativas, maneiras e padrões de realizar o trabalho, levando em consideração o tempo e o movimento de cada atividade. Para Taylor, a gerência tinha como atribuição fundamental a garantia da eficiência. Assim, criavam-se formas padronizadas de execução das atividades, que tinham como objetivo otimizar a relação entre tempo e movimento (BRAVERMAN, 1987).

2.1.3 Fordismo

Com o final da Primeira Guerra Mundial, Henry Ford e Alfred Sloan (General Motors) tornaram-se os precursores na alteração dos processos de fabricação, abandonando séculos de produção artesanal para dar início à era da produção em massa (JUNQUEIRA, 2006: p. 6).

Conforme Ribeiro (2015, p. 68), “com Ford, a grande novidade técnica e em termos de organização da produção no chão de fábrica foi a introdução da esteira rolante, que ao fazer o trabalho chegar ao trabalhador numa posição fixa, conseguiu dramáticos ganhos de produtividade.”

De acordo com Pereira (2012), a criação da linha de montagem viabilizou a produção em massa, que se caracteriza pelo estoque e produção de grandes volumes de produtos idênticos. O aumento de produtividade e qualidade obtidas com a produção em massa foi ótimo, devido à utilização de técnicas de controle da qualidade e à padronização de processos e produtos.

2.1.4 Toyotismo

Após a Segunda Guerra Mundial, as empresas japonesas de automóveis passavam por grandes dificuldades, a Toyota com treze anos de funcionamento, produziu 2.685 automóveis,

já a indústria automobilística americana estava produzindo 7.000 automóveis por dia (WIGINESCKI, 2009, p.26).

Chegando à conclusão que deveria ser implantado um novo modelo de produção, os engenheiros da Toyota, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, buscaram conhecer o consagrado sistema de produção em massa criado por Henry Ford. Depois de analisar os procedimentos utilizados e suas particularidades, chegaram à conclusão de que o sistema produtivo utilizado por Ford não poderia ser implantado na Toyota, pois a realidade da empresa e do país era totalmente diferente das indústrias americanas.

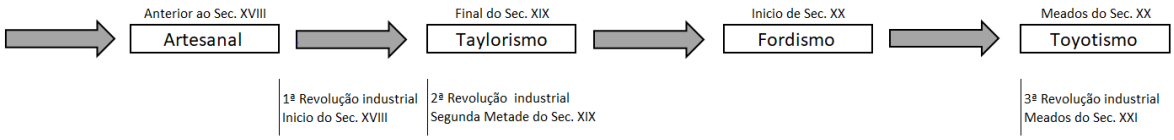
Womack (2004) destacou as principais características e particularidades da indústria japonesa:

a) Não possuía grande demanda e existia a necessidade de produzir uma grande variedade de produtos;
b) Escassez de mão de obra qualificada de baixo custo;
c) Dificuldade de acesso às tecnologias ocidentais; e
d) A grande competitividade limitava a expansão para outros mercados já conquistados.

Com o objetivo de superar estas dificuldades, foi criado o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como STP. O modelo de produção tinha como propósito potencializar os lucros através da eliminação de desperdícios como atividades e estoques desnecessários no processo (MONDEN, 1998 *apud* JUNQUERIA, 2006: p. 7).

A Figura 1 representa a cronologia da revolução industrial juntamente com os sistemas de produção. Como é possível observar, o término da produção artesanal se deu na 1ª Revolução Industrial. No final do século XIX, na 2ª Revolução industrial surgiu o Taylorismo e no início no século XX foi criado o Fordismo, já na 3ª revolução industrial surgiu o Toyotismo.

Figura 1: Linha do tempo – Produtividade na história



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

O modelo de produção STP pode ser melhor entendido no próximo tópico, onde serão expostas suas características e seus objetivos.

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

Segundo Monden (1983), o Sistema Toyota de Produção tinha como objetivo:

a) Controle de quantidade, que permite que o sistema se adapte às flutuações diárias e mensais em termos de quantidade e variedade;
b) Garantia de qualidade, que garante que cada processo fornecerá apenas unidades boas para processos subsequentes; e
c) Respeito pela humanidade, que deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza o humano como recurso para atingir seus objetivos de custo.

Ainda segundo o autor, o sistema de produção Toyota busca diminuir custos eliminando elementos desnecessários na produção, tendo como princípio básico a ideia de produzir o tipo de unidades necessárias, no tempo necessário e nas quantidades necessárias.

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 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 a 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, atrasos nos processo 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;

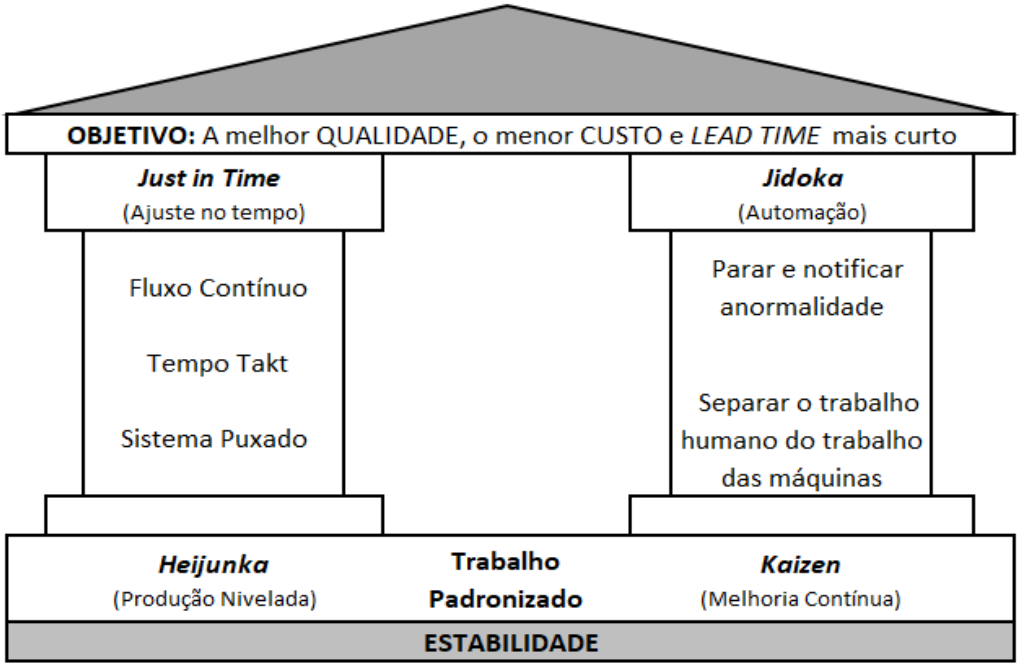
7- **Retrabalho:** É quando um trabalho precisa ser refeito, podendo ser na sua totalidade ou em partes. A falta de qualidade no produto ou no processo gera este desperdício;

8- **Intelectual:** Não utilização ou subutilização do talento, habilidade e conhecimento das pessoas.

2.2.1 Estrutura do sistema Toyota de produção

Liker (2004) comenta que para difundir a nova metodologia aos fornecedores e funcionários, Ohno e Toyoda utilizaram a representação de uma casa, Figura 2, por ser uma figura familiar e demonstrar de forma clara que cada componente tem a sua importância para que a estrutura se mantenha em pé.

Figura 2: Estrutura do sistema Toyota de produção – Casa STP



Fonte: Adaptado de Ghinato (2000).

2.2.1.1 *Kaizen*

Kaizen significa melhoria contínua, e sua aplicação não se restringe somente ao trabalho, o melhoramento contínuo pode ser buscado na vida pessoal, social e doméstica. Slack *et al* (2009) ainda complementa que mais importante que a taxa de melhoramento é o melhoramento em si, ou seja, não importa o quão impactante será a melhoria, mas sim que ela ocorra de forma constante.

Segundo Imai (1990), o *kaizen* pode ser aplicado por qualquer colaborador, basta identificar as possíveis melhorias ao seu redor e tomar as ações necessárias para alcançá-las.

2.2.1.2 *Heijunka*

Heijunka é o nivelamento da produção com a demanda. A intenção é identificar a demanda possível de produtos num período de tempo, que pode ser muito variável, e tomar o volume total de pedidos num espaço de tempo maior, nivelando-os para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia (LIKER, 2004).

2.2.1.3 Padronização

A padronização das operações busca conseguir o maior índice de produtividade através da identificação e padronização dos meios de trabalho que agregam valor ao produto e da eliminação das atividades que não agregam valor. A padronização de operações também tem como objetivo o balanceamento da produção, e a definição do estoque mínimo em processamento (GHINATO, 2000).

2.2.1.4 *Just in Time* - JIT

O termo *Just in Time* (JIT) significa que, em uma cadeia produtiva, os insumos alcancem a linha de montagem no momento certo e na quantidade necessária para não gerar estoques (OHNO, 1997).

O conceito de *lead time* é utilizado para definir o tempo total que uma operação ou serviço precisa para ser executado, desde o pedido do cliente até a sua entrega (ARNOLD, 1999).

Slack (2009) define *just in time* como "produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários, não antes para que não formem estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar."

De acordo com Ghinato (2000), o JIT tem como objetivo detectar, localizar e eliminar os desperdícios. Existem três fatores importantes para a viabilização do JIT:

a) **Fluxo contínuo:** normalmente a implementação do fluxo contínuo exige a reorganização do *layout* fabril, criando células de manufatura onde são dispostos todos os equipamentos e materiais requisitados pelo processamento de uma determinada família de produtos (GHINATO, 2000);
b) ***Takt time***: quando o ritmo de produção é definido a partir do ritmo de vendas, ou seja, é a relação de quanto deve ser produzido, tendo como base a demanda, e o tempo disponível de produção, gerando assim o ritmo necessário de produção para atender as solicitações (MIRANDA et al., 2003); e
c) **Produção puxada:** quando a informação de produção percorre em sentido contrário ao fluxo de materiais, vindo do processo-cliente para o processo-fornecedor, desta forma não são gerados gargalos e estoques excessivos na linha de produção, pois a produção é puxada pela demanda (GHINATO, 2000).

2.2.1.5 *Jidoka*

O segundo pilar do STP é a autonomação (automação com um toque humano), ou seja, a criação de inteligência artificial a partir da inteligência humana, fazendo com que máquinas sejam capazes de detectar e notificar qualquer anormalidade dentro do processamento (OHNO, 1997). A ideia principal é impedir a geração e difusão de defeitos e através da sinalização de alguma anomalia, aplicar ações de melhoria na operação (GHINATO, 2000). Ainda segundo o autor, a viabilização do *Jidoka* depende de dois fatores: *poka-yoke* e a separação entre a máquina e o homem.

O *poka-yoke* é qualquer dispositivo que acuse uma anormalidade no processo produtivo, também pode ser definido como um mecanismo que impeça que uma determinada atividade

seja executada de forma errada. Como principal objetivo o *poka-yoke* busca inibir as interferências causadas por erros ou defeitos no processo de produção (GHINATO, 2000).

A separação entre a máquina e o homem consiste em aperfeiçoar cada vez mais a capacidade das máquinas em detectar problemas de forma automática, tornando assim desnecessária a permanência de um operador junto à máquina em seu período de processamento (GHINATO, 2000).

Diante desses conceitos, no próximo tópico será apresentada a adaptação feita pelo professor de Gestão de Construção e Projetos, da Universidade Huddersfield, Lauri Koskela, em 1992, da filosofia *Lean* para a Construção Civil.

2.3 *LEAN CONSTRUCTION*

Uma nova filosofia de produção na construção civil surge em oposição à filosofia tradicional. Essa nova filosofia tem como seu ponto inicial a publicação de relatório técnico feito na Universidade de Stanford, no ano de 1992, por Lauri Koskela, sendo intitulado como *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Nele Lauri Koskela apresenta as bases dessa nova filosofia ajustada à construção civil (JUNQUEIRA, 2006).

O conceito de *Lean Construction* busca desvincular o paradigma gerencial e focar na produtividade por meio da eliminação dos desperdícios (produtos defeituosos, superprodução, transporte, tempo de espera, ociosidade) em todas as etapas do processo de construção (KOSKELA, 1992).

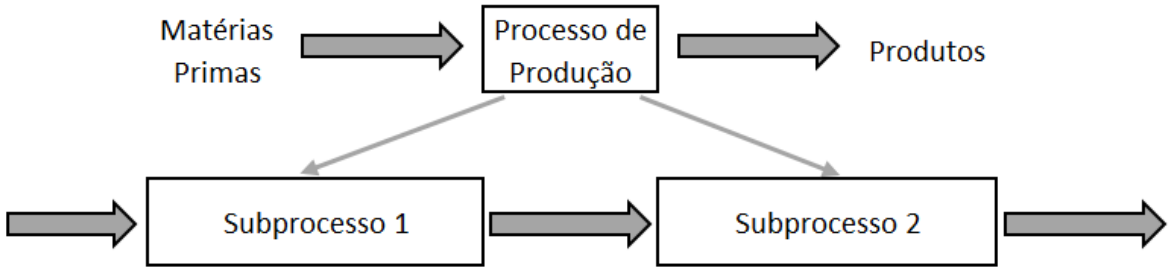
De acordo com Koskela (1992), na construção civil, ramo com características diversas do setor da manufatura, encontra-se dificuldades e impedimentos na aplicação direta de ferramentas da produção enxuta sem antes compreender os conceitos mais gerais que as criaram em seu ambiente original, de modo a poder elaborar e até mesmo aprimorar ferramentas específicas, considerando-se as especificidades do setor da construção civil.

2.3.1 Filosofia convencional de construção

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 (Figura 3).

Figura 3: Modelo tradicional de processos



Fonte: Koskela (1992).

De acordo com o autor, ao focar nas conversões, o modelo desconsidera os fluxos físicos existentes entre elas. Esses fluxos consistem em atividades de espera, inspeção e movimentação. Com isso, a filosofia convencional de construção considera todas as atividades do processo como agregadoras de valor no produto.

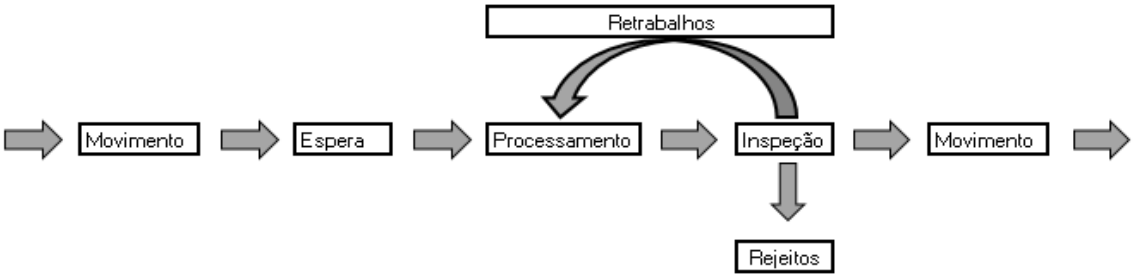
2.3.2 Nova filosofia de construção

Já o modelo de processo produtivo do *Lean Construction* sugere uma visão mais ampla, considerando o processo como um fluxo, da matéria prima até o produto acabado, combinando atividades de conversão, que são definidas como atividade de processamento, e fluxo, que são as atividades de inspeção, espera e movimentação, como apresentado na Figura 4 (KOSKELA, 1992).

Ainda de acordo com o autor essas atividades de operação são divididas em:

a) Atividades que agregam valor ao serviço ou produto;
b) Atividades que não agregam valor, no entanto são necessárias ao processo; e
c) Atividades que não agregam valor e podem ser eliminadas ou reduzidas.

Figura 4: Novo modelo de construção – *Lean Construction*



Fonte: Adaptado de Koskela, (1992).

De modo geral, as atividades de conversão agregam valor ao produto e as atividades de fluxo não agregam valor ao produto. Porém, o autor explica que caso as especificações de um produto não sejam atendidas, gerando a necessidade de retrabalho após a execução do processo, a atividade de conversão acaba sendo executada sem agregar valor ao produto (KOSKELA, 1992).

A principal diferença entre o modelo de construção enxuta de Koskela e a forma tradicional de construção é conceitual. Uma mudança relevante para o rompimento de paradigma é a disseminação de uma nova forma de enxergar e entender os processos, eliminando o conceito de que a obra é apenas o fruto da conversão de materiais em um produto (ISATTO et al., 2002). Na Figura 5 é possível observar as diferenças entre conceitos de produção, foco de controle e de melhorias entre o modelo tradicional de construção para o modelo do *Lean*.

Figura 5: Principais diferenças entre os modelos de produção: Tradicional e Enxuto.

Filosofia de Produção	Conceito de Produção	Foco de Controle	Foco de Melhorias
Tradicional	- Conversão; - Todas atividades agregam valor.	- Custo das Atividades.	- Investe em implementação de novas tecnologias.
Enxuta	- Conversão e Fluxo. - Existem atividades que agregam valor e atividades que não agregam valor.	- Custo, tempo e valor das atividades de fluxo.	- Redução ou eliminação de atividades que não agregam; - Investe nas atividades que agregam valor, e busca melhorias continuas e novas tecnologias.

Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

2.3.3 Aplicação da nova filosofia de construção

Em seu trabalho, Koskela (1992) apresenta onze princípios essenciais da Construção Enxuta. No entendimento do autor, para alcançar os resultados esperados, os onze princípios precisam ser aplicados de maneira integrada no gerenciamento dos processos.

Na visão de Koskela (1992), os onze princípios são os seguintes:

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

Atividades que consomem recursos, espaço e tempo, sem agregar valor ao produto devem ser eliminadas ou minimizadas, pois estas atividades são vistas como desperdício no processo produtivo.

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

São considerados dois tipos de clientes: externo, que é o consumidor final, o qual as considerações prevalecem sobre o produto final e o cliente interno, que executa a atividade sucessora na cadeia produtiva e suas considerações se aplicam sobre o produto inacabado recebido. O valor é gerado com a análise e o atendimento dos requisitos do cliente.

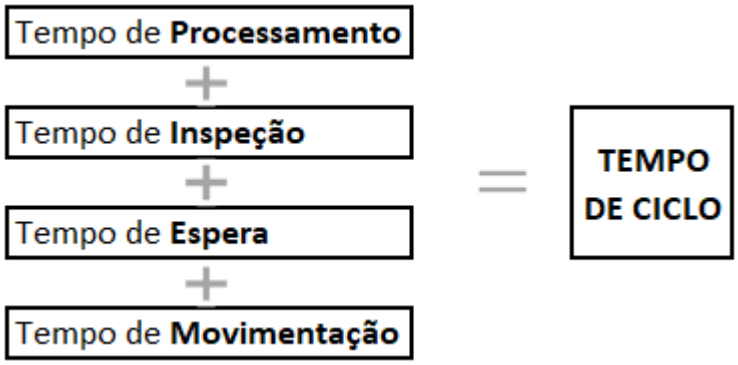
3) Reduzir a variabilidade

A padronização de procedimentos é a melhor forma para diminuir a variabilidade de um processo ou produto. Ela pode ser aplicada tanto nas atividades de fluxo, como nas de conversão.

4) Diminuir o tempo do ciclo de produção

O tempo de ciclo se refere ao tempo necessário para que um determinado produto atravesse o fluxo, o autor ainda completa que o tempo de ciclo pode ser representado conforme a Figura 6.

Figura 6: Tempo de ciclo



Fonte: Elaboração pelos Autores (2021).

Logo, a redução do tempo de ciclo acaba reduzindo as atividades que não agregam valor no processo produtivo.

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

A simplificação pode ser realizada, por um lado, eliminando atividades do processo de produção que não agregam valor e, por outro lado, reconfigurando partes ou etapas que agregam valor. O autor ainda ressalta que quanto maior a complexidade menor é a confiabilidade no produto obtido. Conforme Koskela (1992) “sistemas complexos são inerentemente menos confiáveis do que sistemas simples. Além disso, a capacidade humana de lidar com a complexidade é limitada e facilmente excedidas.”

6) Possibilitar a flexibilidade da execução

A flexibilidade do produto deve ser permitida e planejada, a fim de não causar grande ônus para a produção. Esse princípio pode ser aplicado com a utilização de mão de obra polivalente e na customização do produto.

7) Tornar o processo transparente

Na concepção de Koskela (1992), a falta de transparência do processo aumenta a propensão a errar, reduz a visibilidade dos erros e ameniza a motivação para buscar melhorias. Como objetivo, a empresa deve sempre buscar por um processo de produção visível e entendível para todos os colaboradores. O autor ainda explica que este objetivo pode ser alcançado através de uma reformulação do *layout* fabril, sinalizações adequadas e também incorporando informações de processo em áreas de trabalho, ferramentas, recipientes, materiais e sistemas de informação.

8) Focar no controle do processo completo

De acordo com Koskela (1992), todo o processo deve ser considerado e medido, e essa informação tem grande importância para saber que ponto deve ser melhorado. O autor ainda completa que também é importante que exista um responsável pelo controle de todos os processos.

9) Implantar a melhoria contínua no processo

O principal objetivo da melhoria contínua é eliminar por completo ou diminuir ao máximo as atividades que não agregam valor, tendo como embasamento as solicitações do cliente. Este esforço é uma atividade interna, incremental e iterativa, que deve ser estimulada e recompensada.

10) Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e de fluxos

Fluxos melhorados exigem menor investimento em conversão e quando controlados tornam a implantação de tecnologias de conversão acessíveis, podendo gerar baixa variabilidade, favorecendo os fluxos.

11) Referenciais (*benchmarking*)

Concordando que os melhores procedimentos de fluxo não são comercializados e que devem ser identificados por iniciativa própria, Koskela (1992) defende que o *benchmarking* é um estímulo útil para alcançar melhorias revolucionárias por meio da reconfiguração radical dos processos. Segundo o autor o objetivo do *benchmarking* é comparar práticas, processos e resultados com empresas concorrentes e também com empresas líderes do segmento, visando melhorar a sua competitividade.

Além dos onze princípios, Koskela (1992) apresenta quatro pontos relevantes que devem ser considerados na implantação do *Lean Construction:*

1. **Compromisso da Gerência**: A liderança deve existir para que a mudança de paradigma ocorra na organização. A gerência deve se comprometer, tornando o ambiente propício para a difusão das teorias e aplicação de metodologias da produção enxuta;

2. **Esforço em melhorias possíveis e mensuráveis**: a equipe se motiva com o alcance dos objetivos estabelecidos, por mais que sejam pequenos quando comparados com um todo;

3. **Envolvimento**: todos da organização devem se envolver nos projetos de melhorias, ações devem ser tomadas para que esse envolvimento seja estimulado; e

4. **Aprendizado**: todos os aprendizados devem ser relatados e compartilhados, pois a utilização do *benchmarking* e a realização de projetos pilotos são importantes para a coleta e discussão de informações.

Para melhor embasamento, no próximo tópico serão expostos quatro trabalhos correlatos ao tema em estudo.

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Dentro do contexto descrito nas seções anteriores, agora serão evidenciados alguns trabalhos correlatos ao tema abordado.

2.4.1 Planejamento de uma obra utilizando conceitos do *Lean Construction*: Estudo de caso

Este trabalho foi apresentado para o curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina, no ano de 2017, pelos autores Artur Henrique do Nascimento e Paulo André Reinaldo. Tinham como objetivo analisar os efeitos da aplicação dos conceitos da Construção Enxuta, com foco no planejamento e controle de obra, por meio de um estudo de caso em uma obra localizada na Grande Florianópolis. Após a análise dos ganhos obtidos depois da aplicação dos conceitos do *Lean*, chegou-se à conclusão de que a filosofia é de fácil aplicação e muito eficaz, proporcionando uma melhor comunicação interna e engajamento da equipe, que resultou na diminuição do tempo de execução da obra.

2.4.2 Otimização no canteiro de obra: Utilizando o método do *Lean Construction*

Pesquisa apresentada para o curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelo autor João Antônio Rocha Franco no ano de 2014. O autor reforça a importância da aplicação dos princípios do *Lean Construction* e ressalta que as construtoras, independentemente de seu porte, devem investir em métodos de gestão eficientes e econômicos, pois a cada dia que passa o setor da construção civil se mostra mais competitivo, não deixando espaço para empresas que não possuem controle sobre os seus produtos e processos.

2.4.3 A aplicação do método *Lean Construction* na construção civil

Estudo apresentado para o curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Goianésia pelas autoras Raíssa Borges Silva e Thaynnan Patryck Duarte Araújo Paiva no ano de 2014. Esse estudo buscou trazer a visão enxuta da construção civil nas empresas que buscavam implementar a filosofia. Observaram que as construtoras não implementam integralmente os princípios do *Lean Construction* porque não conseguem enxergar ainda a necessidade de novas técnicas ou ferramentas. Concluíram que maior parte das empresas do ramo da construção civil sente o "comodismo" da construção tradicional, portanto, não buscam melhorias fornecidas pela filosofia *Lean.* Enfatizaram, ainda, a contribuição que o *Lean Construction* tem, de modo eficaz, quando se fala de sustentabilidade na obra civil, pois o foco é a redução de perdas, redução de desperdícios, eliminação de acidentes e retrabalhos.

2.4.4 Planejamento de obra utilizando *Lean Construction* diante de restrições financeiras

Pesquisa apresentada para o curso de Engenharia Civil do Centro Universitário CESMAC, no ano de 2018, pelas autoras Fernanda Lins Calheiros e Luiza Grimaldi Lins. As autoras tinham como objetivo analisar a utilização do *Lean Construction* em uma obra com restrições financeiras e, através do estudo realizado foi constatado que um bom planejamento e controle de produção são primordiais para garantir que a obra seja entregue dentro de prazos estipulados e dentro dos custos previstos. As autoras comentam que o controle das atividades

executadas se dá pela existência de ferramentas do *Lean*, como *kanban* e acompanhamentos constantes pelo gerenciamento de toda equipe responsável pela obra.

No próximo capítulo constam os resultados da pesquisa e suas análises.

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Neste capítulo será apresentado o perfil da empresa e do entrevistado; o método de pesquisa; e, por fim, são apresentados os resultados e as análises da aplicação dos princípios do *Lean Construction* na construtora estudada.

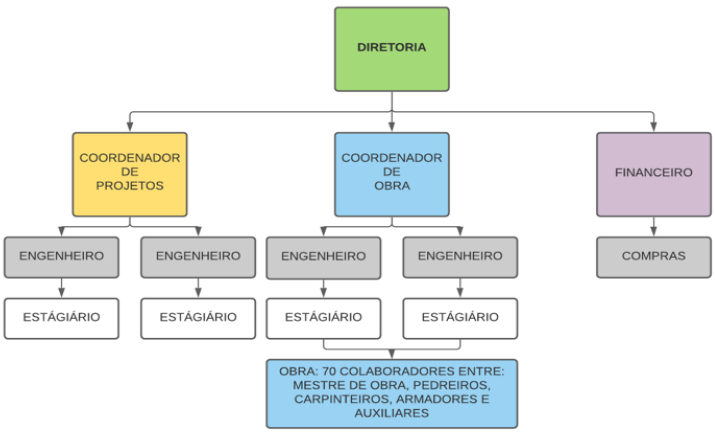
3.1 PERFIL DA EMPRESA

Respeitando o pedido de confidencialidade feito pelo entrevistado e pelo presidente da empresa, será utilizado o codinome “Construtora A” quando a construtora em análise for referenciada.

Com mais de dez anos de experiência na área de projeto e execução de estruturas de concreto, a Construtora A conta com mais de 1.000.000 m² projetados e aproximadamente 150.000 m² executados. Sua sede está localizada na Grande Florianópolis-SC onde, além de outras regiões de Santa Catarina, possui participação no projeto e/ou execução de vários edifícios multifamiliares de alto padrão.

A construtora em análise se classifica como uma empresa de médio porte e possui 83 colaboradores, entre eles: oito engenheiros que compõem a diretoria, coordenação de projetos e obras e a execução de projetos. Na Figura 7 é apresentado o organograma da empresa objeto deste estudo.

Figura 7: Organograma da Construtora A



Fonte: Elaboração pelos Autores (2021).

Um dos objetivos da empresa é ser reconhecida como a agente transformadora do mercado da construção civil, desta forma o desenvolvimento de seus projetos, planejamentos e processos de gestão são baseados nos conceitos da filosofia *Lean.*

3.2 PERFIL DO ENTREVISTADO

Fazendo parte da empresa há cinco anos e atualmente ocupando o cargo de coordenador de obras na Construtora A, o entrevistado possui mais de vinte e oito anos de experiência na construção civil, teve a sua graduação em Engenharia Civil na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e, além do bacharelado, possui MBA em Gestão de Obras e Projetos, especialização de Perito Avaliador de Estruturas, entre outros cursos complementares.

3.3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa se deu por meio do contato direto com o coordenador de obras da Construtora A e a aplicação de um questionário (Apêndice B), que apresentou questões referentes ao estado em que a empresa se encontra quanto à aplicação dos onze princípios da construção enxuta.

Apesar das questões apresentadas serem direcionadas a um assunto específico, o entrevistado teve total liberdade para fazer observações, trazendo à tona assuntos que considerasse importante para o desenvolvimento deste trabalho, assim como teve total liberdade em não responder questões que considerasse inconvenientes.

3.4 ANÁLISE DOS ONZE PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION*

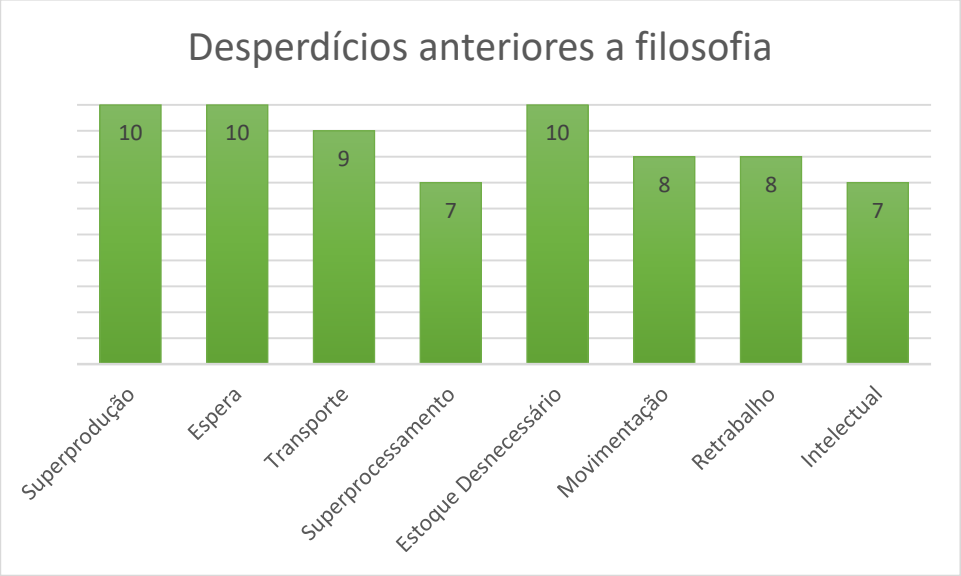
A Construtora A faz o uso dos princípios da construção enxuta há aproximadamente três anos. O primeiro contato com a filosofia ocorreu na Alemanha em uma das maiores feiras de construção civil do mundo, onde são apresentadas várias tecnologias de ponta como robótica, automação e tecnologias em gerenciamento.

Reconhecendo que a nova filosofia poderia auxiliar na busca continua pela excelência, o grupo gestor da Construtora A buscou por consultorias junto ao Serviço Nacional de

Aprendizagem Industrial (SENAI), que ofereceu materiais de apoio e treinamento de toda a equipe. Por opção da construtora, a aplicação dos conceitos ocorreu inicialmente no setor administrativo da empresa, e quando bem entendida e fundamentada, a teoria foi disseminada para o restante da produção com o auxílio de um profissional especializado em *Lean Construction*, que foi contratado pela Construtora A, assim que a mesma identificou retornos positivos na aplicação dos princípios enxutos no setor administrativo.

Quando questionada sobre a presença dos desperdícios de superprodução, espera, transporte, superprocessamento, estoque desnecessário, movimentação, retrabalho e intelectual, a construtora, com base em seus dados, atribuiu notas de 0 a 10, sendo 0 não presente e 10 totalmente presente dentro da instituição antes da aplicação dos princípios da construção enxuta. Esta avaliação está representada no Gráfico 1.

Gráfico 1: Desperdícios antecedentes a implementação da filosofia



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

Analisando o Gráfico 1, é possível identificar os principais desperdícios encontrados dentro da empresa, destacando-se os que receberam nota 10. Sendo eles:

Superprodução: que ocorre através da produção de uma grande quantidade de produtos que não possuem demanda, gerando desperdícios com mão de obra, consumo elevado e desnecessário de matéria prima.

Espera: ocorre quando o colaborador fica ocioso na produção, isso pode ser ocasionado pela falta de matéria prima devido a sua destinação incorreta e o desbalanceamento de fluxo ocasionado pela superprodução.

Estoque desnecessário: devido à falta de um planejamento refinado da execução, o estoque em excesso de matéria prima e formas no canteiro de obras era evidente, ou seja, os materiais chegavam no momento errado e em uma quantidade maior do que a necessária para o período.

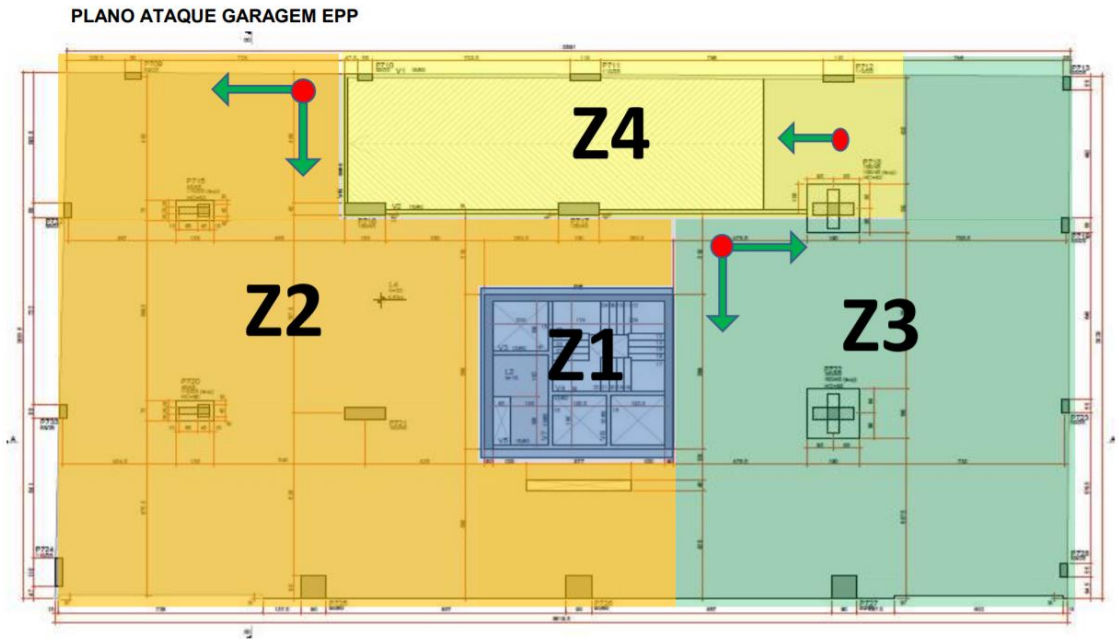
Com base nas informações fornecidas pela Construtora A, serão apresentado a seguir alguns pontos importantes na aplicação de cada um dos onze princípios da construção enxuta.

3.4.1 1º Princípio: Diminuir as atividades que não agregam valor ao produto

De acordo com o entrevistado, a teoria das atividades que agregam e não agregam valor ao produto está bem esclarecida para todos os colaboradores, o nível de retrabalho é considerado baixo, pois quando ocorre algum defeito no processo ele é registrado e levado para uma reunião com o setor de engenharia, desta forma, o problema é investigado e são tomadas ações corretivas e preventivas para que não torne a acontecer.

Pensando na redução de desperdícios com movimentação de pessoas e transporte de materiais, o setor de engenharia elabora um bom planejamento do *layout* do canteiro de obras, deixando cada insumo ou ferramenta próximo ao seu local de aplicação na quantidade necessária, no momento certo e devidamente identificados quanto a sua aplicação para evitar erros. Para isso, a empresa divide os projetos em zonas de execução, fazendo o planejamento de entrega de materiais, ou seja, a entrega de materiais é feita conforme o que será consumido para executar uma zona, e esses materiais são depositados de modo a reduzir movimentações desnecessárias, assim que a zona 01 estiver pronta, há uma nova entrega de materiais para a execução da zona 02. Desse modo a Construtora A reduziu as atividades que não agregam valor ao produto. Essa divisão dos projetos em zonas está exemplificada na Figura 8, onde a Construtora A nomeia esse procedimento de divisão de zonas em planos de ataque.

Figura 8: Plano de ataque



Fonte: Construtora A (2021).

3.4.2 2º Princípio: Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes

Quanto à teoria de clientes internos e externos, a empresa reconhece que deve dar uma maior atenção a um grupo de funcionários do nível mais baixo da empresa, pois nem todos entendem a diferença entre estes clientes.

Entender quais são as demandas dos clientes internos e externos é extremamente importante. A falta deste entendimento pode facilitar o desperdício do superprocessamento ou ocasionar os retrabalhos nas atividades sucessoras.

Porém, de modo geral, a Construtora A se preocupa com cada etapa do processo, estimulando a comunicação entre os funcionários e acompanhando de perto o processo de forma detalhada.

3.4.3 3º Princípio: Reduzir a variabilidade

Com o objetivo de padronizar as atividades da empresa, foi necessário fazer a utilização de documentos como instruções de trabalho, onde se detalha uma atividade a ser executada,

mostrando como ela deve ser feita e com qual ferramenta ela deve ser executada. Além destes documentos, a empresa faz o uso de peças e sistemas de formas prontas, que agilizam e padronizam a montagem de pilares, lajes e vigas para a concretagem. Na Imagem 1 é possível observar as formas de pilares.

Imagem 1: Forma de pilar.

Fonte: Construtora A (2021).

Na Imagem 2 são ilustradas as escoras metálicas que também auxiliam na redução de variabilidades, pois elas proporcionam encaixes perfeitos, é de fácil manuseio na montagem e desmontagem, e possuem a vantagem de ser reutilizáveis para próximas obras.

Imagem 2: Escoras metálicas.

Fonte: Construtora A (2021).

3.4.4 4º Princípio: Diminuir o tempo de ciclo da produção

O coordenador de obras relata que todas as atividades são acompanhadas e medidas. A construtora A controla o tempo de processamento de cada etapa da obra, tempo de inspeção, tempo de espera para que não haja ociosidade de colaborador ou produto e possuem o controle de movimentação para que não aconteçam movimentações desnecessárias. Com a redução dos tempos a Construtora A diminuiu o tempo de ciclo da obra. De acordo com o entrevistado, a empresa teve uma grande redução no tempo de execução da obra, chegando a 35%, esta redução foi alcançada eliminando consideravelmente os desperdícios encontrados no fluxo e otimizando as atividades conversão.

3.4.5 5º Princípio: Simplificar com a redução do número de partes e passos

Segundo o entrevistado, a simplificação do processo é feita através do uso de gabaritos, formas prontas e peças pré-moldadas. Além disso, a Construtora A elabora seus projetos sempre pensando na execução, tendo como objetivo facilitar e agilizar o processo. Também fazem o uso de comunicação visual para facilitar ao colaborador a execução da atividade, um exemplo

de aplicação é identificar as formas de lajes e pilares com cores, cada tamanho tem sua cor, assim o colaborador não vai precisar medir ou talvez se enganar de tamanho e pegar uma forma errada, gerando transtornos futuros. Na Imagem 3 está apresentado um modelo de comunicação visual das formas das lajes, elas são pintadas em diferentes cores, na imagem está exemplificada um tamanho de forma de laje na cor verde.

Imagem 3: Identificação de formas através da cor.

Fonte: Construtora A (2021).

3.4.6 6º Princípio: Possibilitar a flexibilidade da execução

Apesar de ter a maioria de seus processos padronizados, a empresa se diz preparada para possíveis variações dentro do processo, considera que possui mão de obra polivalente e grande conhecimento nas diferentes formas de se realizar uma mesma atividade.

3.4.7 7º Princípio: Tornar o processo transparente

De acordo com o entrevistado, esclarecer os objetivos de curto, médio e longo prazo para todos os colaboradores é essencial. Entendendo os objetivos, todos de certa forma sabem o que devem fazer.

A mão de obra polivalente também auxilia nesta transparência do processo, pois um mesmo funcionário pode estar envolvido em diferentes etapas do processo, acompanhando na íntegra o ritmo da produção.

A construtora também realiza reuniões diárias para esclarecer dúvidas, apresentar as metas de produção, projetos e cronogramas, que são também apresentadas em quadros de gestão à vista, com indicadores de produtividade de cada etapa do processo. Na Imagem 4 é ilustrada uma das reuniões que a Construtora A faz para deixar o processo mais transparente.

Imagem 4: Reunião para apresentação do planejamento da obra

Fonte: Construtora A (2021).

Respeitando o pedido de confidencialidade feito pelo entrevistado e pelo presidente da empresa, o nome da Construtora A nos uniformes, a apresentação do planejamento da obra e o nome da obra foram ocultados na Imagem 4.

3.4.8 8º Princípio: Focar no controle do processo completo

Quanto a este princípio, a empresa garante ter controle e conhecimento de todo o processo, através do acompanhamento da execução e medições de tempo e consumo de materiais e recursos. A construtoraa está criando um grande banco de dados, onde as informações são coletadas *in loco* para alimentá-lo, e em uma visão 3D, ele mostrará em qual etapa a obra está e qual será a próxima etapa a ser executada. Com o banco de dados a empresa tem o controle do processo completo da obra, podendo identificar imediatamente qualquer divergência com o planejado. Não foi possível exemplificar este banco de dados, pois ele ainda está em processo de desenvolvimento.

3.4.9 9º Princípio: Implantar a melhoria continua no processo

O engenheiro entrevistado relata que a busca pela melhoria contínua tem grande importância para a construtora, através dela se alcança os principais objetivos da empresa. Apesar de ser um ponto considerado a melhorar, a empresa estimula a comunicação entre os funcionários e bonifica melhorias apontadas que diminuam o tempo de execução. A empresa entende que o reconhecimento do (a) colaborador/equipe é muito importante para se obtenha uma equipe engajada e proativa.

3.4.10 10º Princípio: Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo

Segundo o engenheiro entrevistado, a empresa orienta seus esforços inicialmente nas melhorias de fluxo, pois são nos fluxos que se encontram as atividades que não agregam valor ao produto. Ele reforça que as melhorias nas atividades de fluxo acabam também agregando valor nas atividades de conversão.

3.4.11 11º Princípio: *Benchmarking*

De acordo com o entrevistado, a construtora raramente utiliza seus concorrentes como referência, porém está sempre atenta e inclinada às tecnologias apresentadas ao mercado da construção civil.

3.5 NÍVEL DE ENGAJAMENTO DA EQUIPE COM A FILOSOFIA *LEAN*

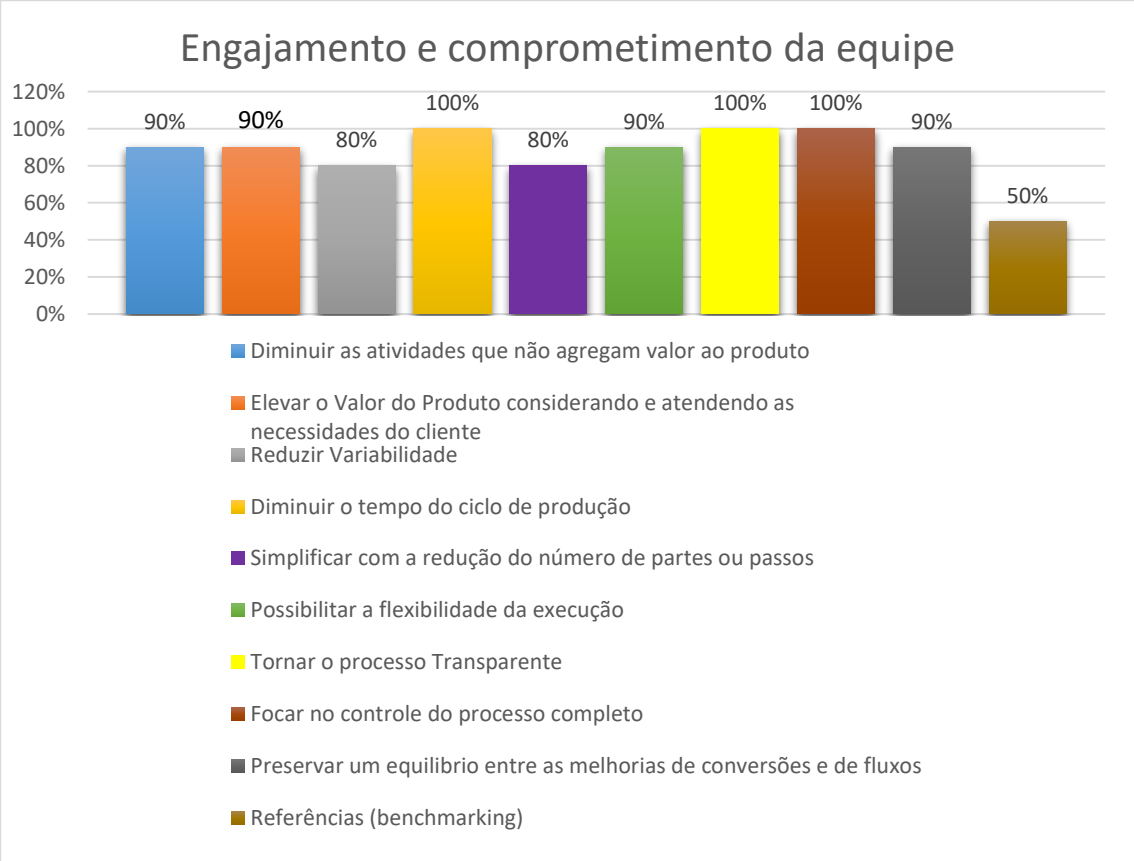
Além dos onze princípios da construção enxuta, também foi analisado o nível de engajamento da equipe com a nova filosofia.

Na busca de uma equipe alinhada com a nova proposta, a Construtora A fez uma avaliação de seus colaboradores e manteve todos os colaboradores que compartilhavam dos mesmos objetivos da empresa.

Com isso, o entrevistado avaliou a sua equipe como totalmente alinhada aos objetivos da empresa, relatando que existe um forte compromisso da gerência na aplicação da filosofia. Os esforços da equipe são sempre em cima de causas alcançáveis e o envolvimento da equipe na busca de soluções é sempre bem efetivo.

Ainda sobre o engajamento da equipe, a construtora atribuiu notas de comprometimento dos colaboradores com a aplicação de cada um dos onze princípios, as notas variam de 0 a 10, sendo 0 não presente e 10 totalmente presente dentro da instituição. Esta avaliação está representada no Gráfico 2.

Gráfico 2: Engajamento e comprometimento da equipe a nova filosofia



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

Apesar do Gráfico 2 mostrar que a Construtora A está atualmente com um bom nível de engajamento com a filosofia, o entrevistado relatou também as suas principais dificuldades na implantação da filosofia.

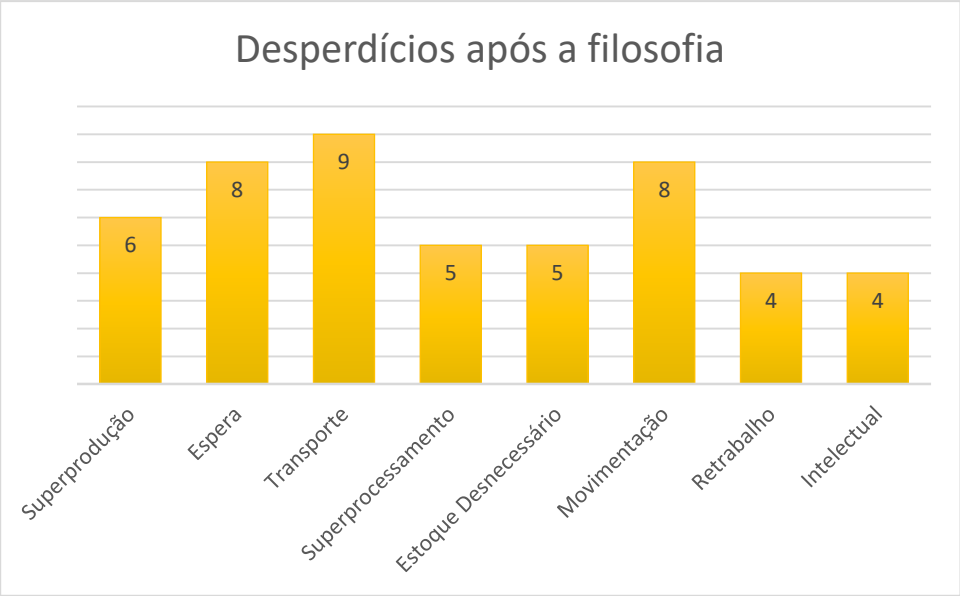
O principal obstáculo encontrado pelo grupo gestor foi a mudança de cultura dos colaboradores, pois a mão de obra possuía muitos vícios da construção tradicional, logo, ensinar a enxergar as atividades de uma forma diferente foi um grande desafio. Com a dificuldade em assimilar a nova filosofia, muita colaboradores tinham dificuldades em entrar no ritmo da empresa.

O engenheiro ainda relata que essa experiência mostrou o quão importante é a cultura de uma empresa, pois a filosofia se baseia basicamente em mudanças comportamentais.

3.6 DESPEDÍCIOS APÓS A IMPLEMENTAÇÃO

Após a disseminação dos princípios do *Lean Construction*, a Construtora A reavaliou a participação dos oito desperdícios dentro dos seus processos. O Gráfico 3 apresenta o novo cenário encontrado.

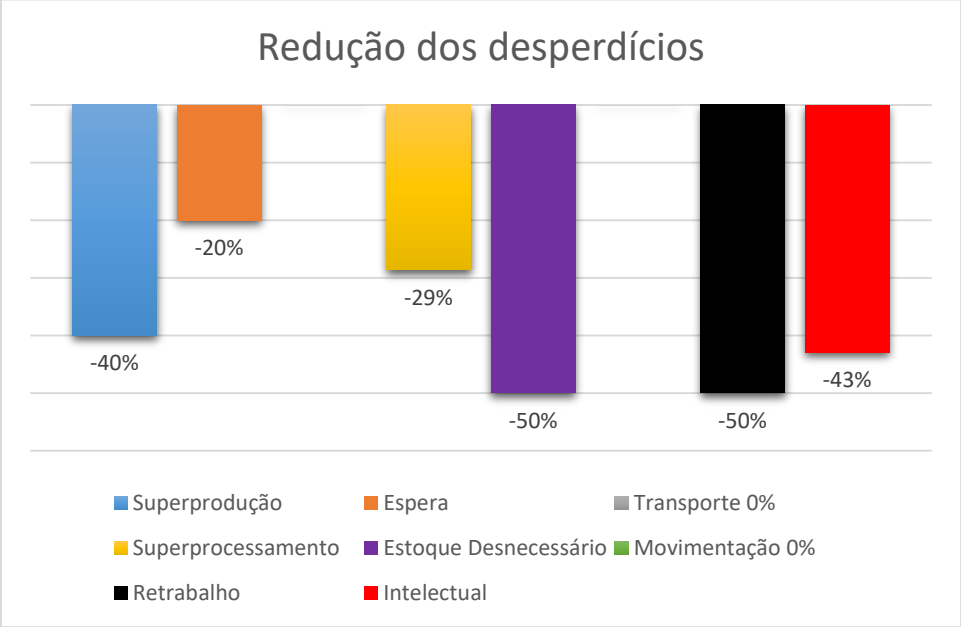
Gráfico 3: Análise dos desperdícios após a implementação da filosofia



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

Comparando o cenário anterior com o atual, percebe-se que as Construtoras A obteve reduções significativas dos desperdícios. Isso fica mais evidente no Gráfico 4, que apresenta a redução em porcentagem.

Gráfico 4: Redução em % após da implementação da filosofia

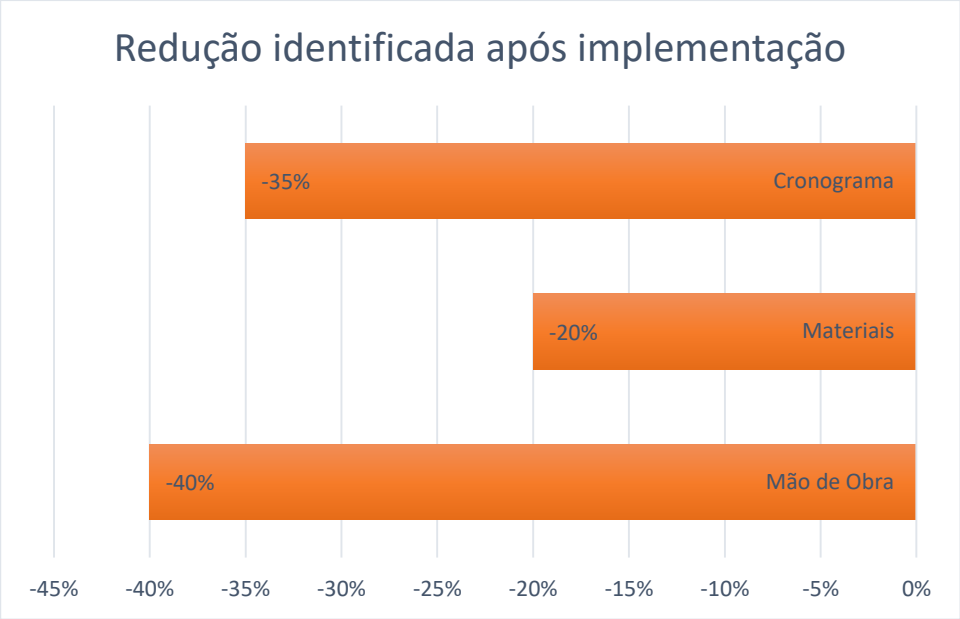


Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

Como é possível observar no Gráfico 4, a porcentagem de redução foi significativamente grande após a implementação da nova filosofia. A construtora conseguiu reduzir 50% do estoque desnecessário na obra e nos retrabalhos. Para os itens movimentação e transporte, o engenheiro informou que não teve redução, pois já faziam o uso de *layouts* planejados.

Com essa redução nos desperdícios após a implementação, o engenheiro relatou que foi possível observar: a redução no cronograma da obra em até 35%; redução no consumo dos materiais que chegou a 20%; e redução de 40% em custos com mão de obra, pois atualmente todos compartilham da mesma cultura. Essa redução está apresentada no Gráfico 5.

Gráfico 5: Redução em % de custo, consumo e mão obra após da implementação.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

No próximo tópico serão confrontados os resultados apresentados pela construtora com o referencial teórico deste estudo.

3.7 ANÁLISES SOBRE O ESTUDO DE CASO

A partir das informações fornecidas pela Construtora A, foi feita uma análise, onde as respostas obtidas são confrontadas com a base teórica do *Lean Construction*.

Esta análise esta apresentada no Quadro 01.

Quadro 1: Análise dos princípios do *Lean Construction*: Respostas da Construtora A x Fundamentação Teórica

Princípios	Aplicação na Empresa	Análise
1º - Atividades que consomem recursos, espaço e tempo, sem agregar valor ao produto devem ser eliminadas ou minimizadas, pois estas atividades são vistas como desperdício no processo produtivo.	Todos os colaboradores possuem conhecimento das atividades que agregam valor e as que não agregam valor ao produto. O layout do canteiro de obras e a distribuição de materiais é sempre pensado para a redução das atividades que não agregam valor.	De acordo com Koskela (1992), entender quando uma atividade agrega ou não valor ao produto é extremamente importante para que os esforços sejam direcionados para as melhorias que mitiguem ou eliminem completamente as atividades que não agregam valor ao produto.

(Continua...)

Princípios	Aplicação na Empresa	Análise
2º - Elevar o valor do produto considerando e atendendo as necessidades das atividades sucessoras e do cliente final.	Este princípio não se aplica em todo o processo da empresa e nem todos os funcionários entendem a teoria dos clientes internos e externos.	Koskela (1992) explica que o entendimento das necessidades dos clientes internos e externos é indispensável, a falta deste conhecimento pode gerar desperdícios como superprocessamento e retrabalho.
3º - Padronizar todas as atividades que forem possíveis.	Além do uso de instruções de trabalho a construtora utiliza o sistema de formas prontas para a concretagem.	A padronização de procedimentos é a melhor forma para diminuir a variabilidade de um processo ou produto, logo é possível ter um controle maior sobre o que é planejado, executado e obtido, Koskela (1992).
4º - O tempo que um produto leva para atravessar o fluxo, deve ser reduzido.	As atividades são acompanhadas, medidas e utilizadas como referência para traçar novas estratégias.	Como afirma Koskela (1992), ter o conhecimento da situação atual da empresa é fundamental para que se possa fazer projeções futuras e analisar se as ações tomadas estão sendo eficientes.
5º - Fazer o uso de sistemas de execução simples e eficientes.	A empresa faz o uso de um sistema de formas metálicas, onde todas são identificadas e destinadas para diferentes partes da obra.	Na compreensão de Koskela (1992), quanto maior a complexidade menor é a confiabilidade no produto obtido, pois a propensão a erros é maior.
6º - Possibilitar a flexibilidade da execução.	Existe a mão de obra polivalente e a empresa se diz preparada para a variação de produtos ou processos.	A flexibilidade do produto deve ser permitida e planejada, a fim de não causar grande ônus para a produção, Koskela (1992).
7º - Como objetivo a empresa deve sempre buscar por um processo de produção visível e entendível para todos os funcionários.	Fazem o uso de quadros de gestão a vista, indicadores de desempenho e reuniões diárias com todos os colaboradores, onde são apresentadas as metas a serem alcançadas.	Na concepção de Koskela (1992), a falta de transparência do processo aumenta a propensão a errar, reduz a visibilidade dos erros e ameniza a motivação para buscar melhorias.
8º - Analisar e ter controle sob todo o processo.	Todos os processos são acompanhados e medidos.	Koskela (1992) reforça que todo o processo deve ser considerado e medido, essa informação tem grande importância para saber que ponto deve ser melhorado.
9º - Buscar a melhoria continua do processo e do produto.	Existe o estimulo e o reconhecimento, porém, não na proporção ideal.	O principal objetivo da melhoria contínua é eliminar por completo ou diminuir ao máximo as atividades que não agregam valor, este esforço é uma atividade que deve ser estimulada e recompensada, Koskela (1992).

(Continua...)

Princípios	Aplicação na Empresa	Análise
10º - Manter o equilíbrio entre melhorias de conversão e melhorias de fluxo.	A empresa dedica seus esforços em melhorias de fluxo, pois são nestas atividades que se encontram os desperdícios.	Na visão de Koskela (1992), fluxos melhorados exigem menor investimento em conversão e quando controlados tornam a implantação de tecnologias de conversão acessíveis. Ou seja, os resultados relevantes provem principalmente das melhorias dos fluxos.
11º - *Benchmarking.*	Não utiliza outras empresas como referência, mas utilizam referências de estudos acadêmicos.	O benchmarking auxilia a empresa a analisar, de forma sistemática, quão competitivos são os seus produtos e processos frente aos seus concorrentes, de acordo com Koskela (1992), as boas práticas devem sim ser analisadas e consideradas.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2021).

No próximo tópico serão apresentadas as considerações finais da pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como um dos seus objetivos apresentar os fundamentos do *Lean Construction* e, para isto, foi realizada uma análise cronológica onde foram apresentados os modelos produtivos no decorrer da história. Desta forma, foi possível observar os diferentes cenários, métodos e soluções produtivas adotadas.

O Sistema Toyota de Produção surgiu com a proposta de produzir com maior qualidade, menor custo e menor tempo, e para isto foram apresentados vários conceitos da produção enxuta os quais, posteriormente, foram adaptados por Lauri Koskela para o segmento da construção civil.

Koskela (1992) então apresentou os onze princípios do *Lean Construction*, juntamente com uma forte base teórica onde é comparado o modelo tradicional da construção com o modelo enxuto.

A pesquisa teve como objetivo analisar a aplicação dos princípios da filosofia em uma empresa da Construção Civil na Grande Florianópolis-SC, assim como apresentar as melhorias alcançadas com a metodologia e as dificuldades na sua implantação dentro da construtora analisada.

Estes objetivos foram alcançados, e como consequência, a construtora em questão se mostrou alinhada e satisfeita com os resultados obtidos através da aplicação dos princípios enxutos.

Foi possível observar que, apesar das dificuldades encontradas pela Construtora A na implantação da filosofia, com relação às mudanças de paradigmas e da forma diferente de enxergar o processo, a construtora obteve reduções significativas nos custos e cronogramas.

Estes ganhos foram obtidos principalmente através da eliminação e redução de atividades que não agregam valor juntamente com a aplicação dos demais princípios enxutos, como a padronização dos processos e a busca pela melhoria contínua.

Pode-se considerar que o *Lean Construction* é uma filosofia que precisa ser difundida no ramo da construção civil, pois se trata de uma metodologia simples e eficaz, que não exige altos investimentos financeiros, visto que sua principal mudança é conceitual. A interpretação e utilização correta da filosofia podem trazer ganhos significativos para a empresa, amenizando ou evitando completamente os desperdícios que antes eram negligenciados.

Por fim, é importante salientar que esta pesquisa se trata de um estudo de caso, e os resultados obtidos não podem ser generalizados, pois cada empresa possui suas particularidades. Portanto, não se pode afirmar, por exemplo, que se a mesma analise fosse

aplicada em outra empresa, os mesmos resultados serão obtidos. Porém isso não interfere na utilização destes resultados para a comparação com resultados de trabalhos futuros.

4.1 SUGESTÕES DE NOVOS TRABALHOS

A partir da pesquisa realizada, é pertinente a sugestão de novas pesquisas para trabalhos futuros:

- Realizar uma pesquisa bibliográfica, apresentando as ferramentas enxutas e exemplos de sua aplicação na construção civil.
- Avaliar quão disseminada está a filosofia *Lean Construction* nas construtoras da região de Santa Catarina.
- Comparar os resultados obtidos com utilização o *Lean Construction* em diferentes construtoras.
- Fazer a utilização de indicadores financeiros, demonstrando os resultados obtidos após a aplicação de algumas ferramentas enxutas.
- Analisar possíveis pontos de melhorias dentro de uma construtora, e apresentar ferramentas que possam otimizar os processos.

REFERÊNCIAS

ALBORNOZ, Suzana. **O Que é Trabalho?,** São Paulo: Editora Brasiliense, 2000.

ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.

AZEVEDO, M. J. **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da *Lean Construction*: um estudo de caso em duas empresas de construção civil de Fortaleza**. 2008. Monografia (Especialização em Estratégia e Gestão empresarial). CETREDE/UFC, 2008.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 288 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Núcleo Integrado para Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BRAVERMAN, Henry. **Trabalho e capital monopolista**: a degradação do trabalho no século XX. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003.

CAMPOMAR, Marcos C. **Do Uso de "Estudo de Caso" em Pesquisas para Dissertações e Teses em Administração**: Revista de Administração, São Paulo v. 26, nº 3, p. 95 – 97 Julho/Setembro 1991.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (ed.). **Informativo Econômico 2020**. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/09/informativo_economico_pib_2_trim_20.pdf. Acesso em: 03 out. 2020.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasil) (ed.). **Indicadores Industriais: atividade industrial se aproxima do patamar pré-pandemia após três meses de recuperação.** 2020. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/3d/10/3d10d302-0753-435d-a17. Acesso em: 05 out. 2020.

CALHEIROS, F.L.; LINS, L.G. **Planejamento de Obra Utilizando *Lean Construction* Diante de Restrições Financeiras**. Centro Universitário CESMAC. Maceió, 2018.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FERREIRA, Erickson Alves de Fontes. **Construção Enxuta: uma ferramenta para o enfrentamento do cenário atual de crise econômica**. Trabalho de Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) – CGEC - Campus I - Universidade Federal da Paraíba - UFPB. João Pessoa, 2016.

FRANCO, J.A.R. **Otimização no Canteiro de Obra: Utilizando o Método do *Lean Construction***. Universidade Tecnologica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4. ed. 11 reimpr. São Paulo – Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas em pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Publicado como 2o. cap. do Livro Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações, Recife: Edit. da UFPE.. Recife, 2000.

GONÇALVES, Pedro Guilherme Ferreira. **Estudo e análise da metodologia *Lean Construction*.** Trabalho de Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte, 2014.

HENRIQUE, A.; REINALDO, P.A. **Planejamento de uma Obra Utilizando Conceitos do Lean Construction: Estudo De Caso**. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2017.

IMAI, Masaaki. **Kaizen**. 3 ed. São Paulo: IMAM, 1990.

ISATTO, E. L. et al. ***Lean Construction*: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SEBRAE. 2002.

JUNQUEIRA, L. E. A. L. **Aplicação da *Lean Construction* para redução dos custos de produção da Casa 1.0**. 2006. 146p. Dissertação (Especialização), Departamento de Engenharia de Produção – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

KOSKELA, Lauri. ***Application Of The New Production Philosophy To Construction***. Finlândia: CIFE - Center For Integrated Facility Engineering, agosto de 1992.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. 1 ed. Porto Alegre, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, EVA Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MIRANDA, C. M. G. D. et al. **Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do Sistema Toyota de Produção**. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, Ouro Preto- MG, 21 a 24 out 2003. 8.

MONDEN, Yasuhiro. **Toyota *Production System***. Engenharia Industrial e Imprensa de Gestão, Norcross, GA. 247 p. 1983.

MONDEN, Y. ***Toyota production system: an integrated approach to just-in-time***. 3rd ed. Norcross G.A: Engineering & Management Press.1998.

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

PEREIRA, Mariana D. C. **Avaliação e análise da aplicação da filosofia *LEAN* em empresas de construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2012.

RIBEIRO, A. F. **Desenvolvimento capitalista e questão ambiental**. Programa de Estudos Pós-Graduados em Ciências Sociais – PUC/SP . São Paulo, 2015. pg. 68.

RÔLA, E. S. **Princípios do *Lean Construction* e critérios competitivos da produção: existe alguma relação entre eles?** 2010. 53p. Monografia (Graduação), Centro de 69 Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SEBRAE - Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas. **Programa SEBRAE de Artesanato**: Termo de Referência. Brasília: SEBRAE, 2004 p. 21.

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SILVA, R.B. e PAIVA, D.A. **A Aplicação do Método *Lean Construction* na Construção Civil**. Faculdade Evangélica de Goianésia. Goianésia, 2014.

TAYLOR, Frederick Winslow. **Princípios de administração científica**. São Paulo: Atlas, 1987.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo. Atlas, 1995.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2009.

VANSAN, Ana P.; LANGARO, E. A. **Ferramentas *Lean* aplicadas às empresas de construção civil classificadas no modelo LCR**. 103f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

WIGINESCKI, B. B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo: um estudo de caso**. 2009. 155 p. Dissertação (Mestrado), Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

WOMACK, J. P.; JONES K. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 3 ed. Rio de Janeiro, Brasil: Campus, 2004. 332 p.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARTA DE APRESENTAÇÃO PARA A CONSTRUTORA

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ALUNOS: ADRIELLI APARECIDA WESTERLON E LUCAS EDUARDO DREHMER

CARTA DE APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Palhoça, 20 de abril de 2021

Caro empresário,

Somos acadêmicos do curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina e vimos por meio desta solicitar vossa colaboração em nossa pesquisa para e realização do trabalho de conclusão de curso.

Realizaremos um estudo de caso para analisar os princípios do *Lean Construction* em uma obra de Construção Civil, com o intuito de identificar quais os motivos que levaram a empresa a implementar a filosofia *Lean*, quais são as principais dificuldades encontradas na implementação e quais foram as principais melhorias obtidas através da aplicação.

É importante salientar que este estudo é de cunho acadêmico e, por conta disso, garantimos o sigilo total das informações obtidas bem como da identidade do entrevistado.

Agradecemos desde já pela valiosa colaboração e prestatividade da sua empresa em contribuir com nossa pesquisa. Ademais, colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente,

Adrielli Apª Westerlon
Acadêmica de Eng. Civil
adrielliwesterlon@hotmail.com

Lucas Eduardo Drehmer
Acadêmico de Eng. Civil
lucaseduardodrehmer@gmail.com

José Humberto Dias de Toledo, Ms.
Professor e orientador – UNISUL

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA A CONSTRUTORA

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ALUNOS: ADRIELLI APARECIDA WESTERLON E LUCAS EDUARDO DREHMER

QUESTIONÁRIO PARA A CONSTRUTORA

Empresa: _____Data:___/___/_____

Endereço: _____Cidade:_____

Responsável Técnico: _____CREA:_____

1. Como sua empresa pode ser classificada quanto ao porte?

   ☐ Micro ☐ Pequena ☐ Média ☐ Grande

2. Qual a quantidade de empregados atualmente? Se possível, descreva a quantidade aproximada de engenheiros, arquitetos, estagiários, auxiliares, pedreiros, etc.

   _____

   _____

   _____

   _____

   _____

   _____

3. Qual é o público alvo da construtora? Com relação à classe social, idade e composição familiar.

   _____

   _____

   _____

4. Qual o tempo de atuação da empresa? E a quanto tempo a filosofia *Lean Construction* está implantada?

_____

_____

_____

5. Como você avalia o seu conhecimento sobre o *Lean Construction*?

( ) Bom
( ) Médio
( ) Ruim

6. Na sua opinião, quanto a construção enxuta pode melhorar o desempenho de uma empresa?

( ) Muito
( ) Médio
( ) Pouco

7. Assinale as alternativas e caso haja necessidade complete sua resposta. Na sua opinião, quais foram os principais empecilhos na implementação do *Lean Construction* na sua empresa?

( ) Custo de implementação, gasto com consultorias, treinamentos, etc...
( ) Mudanças de paradigmas como: dificuldade do corpo técnico e dos operários para assimilar a filosofia.
( ) Engajamento dos colaboradores com os novos objetivos.
( ) Por não ser uma filosofia disseminada no mercado local.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

8. Qual foi o principal motivo que fez com que a empresa buscasse conhecer a Filosofia *Lean Construction*?

_____

_____

_____

_____

_____

9. Qual foi o primeiro setor dentro da empresa que o *Lean Construction* foi aplicado? Por quê?

_____

_____

_____

_____

_____

10. Além dos onze princípios, Koskela apresenta quatro pontos relevantes que devem ser considerados na implantação do *lean Construction*. Com isso dê notas de 0 a 10, sendo 0 não presente, e 10 totalmente presente dentro da empresa nos dias atuais.

( ) Compromisso da Gerência.
( ) Esforço em melhorias possíveis e mensuráveis .
( ) Envolvimento da equipe.
( ) Aprendizado.

11. Dê notas de 0 a 10, sendo 0 não presente, e 10 totalmente presente, aos desperdícios que ocorriam dentro da sua empresa antes da implementação do *Lean Construction?*

( ) Superprodução.
( ) Espera.
( ) Transporte.
( ) Superprocessamento.
( ) Estoque desnecessário.
( ) Movimentação.
( ) Retrabalho.
( ) Intelectual.

_____

_____

12. Dê notas de 0 a 10, sendo 0 não presente, e 10 totalmente presente, aos desperdícios que ocorrem atualmente dentro da sua empresa após a implementação do *Lean Construction?*

( ) Superprodução.
( ) Espera.
( ) Transporte.
( ) Superprocessamento.
( ) Estoque desnecessário.
( ) Movimentação.
( ) Retrabalho.
( ) Intelectual.

_____

_____

_____

13. Qual foi a variação referente aos custos da empresa após a implementação do *Lean Construction*? (Ex. redução de 50% nos custos de mão de obra, redução de 50% nos custos de matérias, redução de 50% no cronograma, etc.)

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

( ) Não sabe responder.

14. Quanto ao comprometimento da equipe na aplicação de cada um dos 11 princípios da construção enxuta dentro da empresa, dê notas de 0 a 10, sendo 0 não presente, e 10 totalmente presente. Se possível, comente a sua nota.

( ) **Diminuir as atividades que não agregam valor ao produto**.

_____

_____

_____

( ) **Elevar o valor do produto considerando e atendendo as necessidades do cliente.**

_____

_____

_____

( ) **Reduzir a variabilidade.**

_____

_____

_____

( ) **Diminuir o tempo do ciclo de produção.**

_____

_____

_____

( ) **Simplificar com a redução do número de partes ou passos.**

_____

_____

_____

( ) **Possibilitar a flexibilidade da execução.**

_____

_____

_____

( ) **Tornar o processo transparente.**

_____

_____

_____

( ) **Focar no controle do processo completo.**

_____

_____

_____

( ) **Implantar a melhoria contínua no processo.**

_____

_____

_____

( ) **Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e de fluxos.**

_____

_____

_____

( ) **Referenciais (*benchmarking*)**

_____

_____

_____

1º Princípio: DIMINUIR AS ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR AO PRODUTO

15. Os colaboradores sabem quando uma atividade agrega ou não agrega valor ao produto?

( ) Sim.
( ) Não.
( ) Não sabe responder.

16. Qual o nível de retrabalho identificado na obra?

( ) Baixo.
( ) Médio.
( ) Alto.
( ) Não sabe responder.

17. São tomadas ações a fim de evitar que um defeito identificado ocorra novamente?

( ) Sempre.
( ) Às vezes.
( ) Nunca.
( ) Não sabe responder.

18. O layout da Empresa/Canteiro de obra é planejado de uma tal forma que diminuam os desperdícios de movimentação de pessoas e transporte de materiais?

( ) Sim. Como é feito o planejamento?
_____
_____
_____

( ) Não.
( ) Não sabe responder.

2º Princípio: ELEVAR O VALOR DO PRODUTO, CONSIDERANDO E ATENDENDO AS NECESSIDADES DOS CLIENTES

19. Os colaboradores sabem identificar a diferença entre clientes internos e clientes finais?

( ) Sim.
( ) Não.
( ) Não sabe responder.

20. Existe uma comunicação eficiente entre fornecedores internos e clientes internos?

( ) Sim.
( ) Não.
( ) Não sabe responder.

21. Busca-se identificar e implementar as considerações dos clientes:

Internos

( ) Sempre.
( ) Às vezes.

( ) Nunca.

Externos

( ) Sempre.

( ) Às vezes.

( ) Nunca.

3º Princípio: REDUZIR A VARIABILIDADE

22. A empresa faz uso de documentos de instrução de trabalho?

( ) Sim.

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

23. A empresa possui algum sistema de controle de qualidade?

( ) Sim. Qual

_____

_____

_____

_____

_____

( ) Não

( ) Não sabe responder.

4º Princípio: DIMINUIR DO TEMPO DE CICLO DE PRODUÇÃO

24. A empresa tem conhecimento do tempo de ciclo (Tempo de Ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação).

( ) Sim.

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

25. Existe registros da produtividade dos colaboradores?

( ) Sim. Como essa informação é coletada?

_____

_____

_____

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

5º Princípio: SIMPLIFICAR COM A REDUÇÃO DO NÚMERO DE PARTES OU PASSOS

26. Tendo como objetivo a redução de passos e partes, a empresa faz o uso de:

( ) Gabaritos .

( ) Pré-Moldados.

( ) Kits de insumos ou ferramentas conforme a sua aplicação. (exemplo: kit hidráulico, elétrico e outros)

( ) Outros. Quais?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

27. Os projetos são elaborados pensando na redução de passos e partes?

( ) Sim. Como?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

6º Princípio: POSSIBILITAR A FLEXIBILIDADE DA EXECUÇÃO

28. A empresa possui mão de obra polivalente?

( ) Sim.
( ) Não.
( ) Não sabe responder.

29. Existe flexibilidade de produtos e processos?

( ) Sim. Como?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

( ) Não.
( ) Não sabe responder.

7º Princípio: TORNAR O PROCESSO TRANSPARENTE

30. Os colaboradores possuem conhecimento dos objetivos da empresa?

( ) Sim.
( ) Não.
( ) Não sabe responder.

31. A empresa possui algum sistema de comunicação relacionado aos processos?

( ) Sim. Quais ?

_____
_____

_____

_____

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

32. A empresa possui algum quadro, painel ou placas de gestão à vista?

( ) Sim.

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

8º Princípio: FOCAR NO CONTROLE DO PROCESSO COMPLETO

33. Os processos da empresa são controlados e medidos?

( ) Sim.

( ) Não.

( ) Alguns.

( ) Não sabe responder.

34. A empresa possui conhecimento e controle sobre todas as atividades de fluxo e de conversão envolvidas no processo de produção?

( ) Sim.

( ) Não.

( ) Alguns.

( ) Não sabe responder.

9º Princípio: IMPLANTAR A MELHORIA CONTÍNUA NO PROCESSO

35. Os colaboradores têm conhecimentos sobre o conceito da melhoria contínua?

( ) Sim.

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

36. Os colaboradores buscam promover a melhoria contínua?

( ) Sim.
( ) Não.
( ) Alguns.
( ) Não sabe responder.

37. Existe recompensa para incentivar a busca de melhorias, como promoções, cursos de capacitações, bonificações entre outros?

( ) Sim. como é feito esse reconhecimento?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

( ) Não.
( ) Não sabe responder.

10º Princípio: PRESERVAR UM EQUILÍBRIO ENTRE AS MELHORIAS DE CONVERSÕES E DE FLUXOS.

38. Os colaboradores entendem a diferença entre as atividades de conversão e de fluxo?

( ) Sim.
( ) Não.
( ) Não sabe responder.

39. A empresa orienta seus esforços em melhorias de fluxos e/ou de conversões? Porque?

( ) Fluxo.

_____
_____
_____

( ) Conversão.

_____

_____

_____

11º Princípio: REFERENCIAIS (*BENCHMARKING*)

40. O objetivo do *benchmarking* é comparar práticas, processos e resultados com empresas concorrentes e também com empresas líderes do segmento, visando melhorar a sua competitividade. A empresa faz uso do *benchmarking?*

( ) Sim. Como?

_____

_____

( ) Não. Por que?

_____

_____

( ) Não sabe responder.

41. A empresa obteve ganhos significativos após a implantação do *Lean Construction*?

( ) Sim. Quais ganhos? (Ex. produtividade, engajamento, organização...)

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

( ) Não.

( ) Não sabe responder.

Obrigado (a)