



CONSTRUÇÃO ENXUTA: UMA ANÁLISE DA APLICABILIDADE DO LEAN CONSTRUCTION NA CONSTRUÇÃO CIVIL

LEAN CONSTRUCTION: AN ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF LEAN CONSTRUCTION IN CIVIL CONSTRUCTION

Jorge Luiz Ribeiro Luz¹

Orientador: Prof. Katia Regina Freire Lopes

Resumo: O presente estudo foi elaborado em resposta às necessidades do setor da construção civil, o qual sofre com uma taxa alta de desperdício, onde durante o seu processo produtivo é passível vários erros durante o processo, o Lean Construction surge como uma metodologia de gestão, fundamentada com a utilização de ferramentas e um modelo de gestão que tem como objetivo principal a diminuição do desperdício e aumento do valor agregado ao produto, utilizando um conceito de gestão e de fluxo da produção. Portanto, o objetivo deste trabalho é conhecer historicamente a construção enxuta, entender os princípios da Produção Enxuta baseada no Sistema Toyota de Produção, analisar as ferramentas e os princípios Lean voltados na aplicação na construção civil e em seus processos produtivos. Para isso utilizou-se uma pesquisa bibliográfica, estudando a metodologia da produção enxuta empregada na indústria automobilística até a adaptação desta metodologia para o setor da construção civil.

Palavras-Chaves: desperdício; ferramentas; valor.

Abstract: The present study was prepared in response to the needs of the civil construction sector, which suffers from a high rate of waste and during its production process it is subject to several errors during the process, Lean Construction emerges as a management methodology, based on the use of tools and a management model whose main objective is to reduce waste and increase the value added to the product, using a management concept and production flow. Therefore, the objective of this work is to know the lean construction historically, understanding its principles of Lean Production based on the Toyota Production System, to analyze the tools and Lean

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil na Universidade Potiguar. E-mail: jorgeluz.eng@outlook.com.

¹ Professora orientadora. Doutora e Mestre em Ciência Animal (UFERSA). Engenheira agrônoma (ESAM). Médica Veterinária (UFERSA). Engenheira de segurança do Trabalho (Unyleya). Especialista em Acupuntura e Eletroacupuntura (FAERN-UNICE).

principles focused on the application in civil construction and in its production processes. For this, a bibliographic research was used, studying the methodology of lean production used in the automobile industry until the adaptation of this methodology for the civil construction sector.

Keywords: waste; tools; value.

1. INTRODUÇÃO

Por todo Brasil, obras ainda são executadas sem planejamento de execução, não há assertividade do cumprimento do prazo previamente estabelecido e inexistência de estimativa de custo total da obra, logo, é um problema enraizado e visto na construção civil.

Ainda nos dias atuais, o setor da construção civil vem desenvolvendo suas atividades no modelo antigo de produção, sem nenhum tipo de inovação de metodologias. Sabe-se que este modelo, pode negligenciar alguns aspectos como produtividade e qualidade nas construções (BERNARDES, 2010).

É comum que as empresas não criem um modelo de gestão de processos para gerir seus projetos, preferindo o início imediato da execução, nesse caso, as dificuldades dos processos são conhecidas durante a execução, não havendo uma previsão das atividades. Criando margem para erros, desperdícios e o alto custo para resolução dos problemas de forma imediata e improvisada que acarretam no aumento de custo no orçamento e descumprimento do prazo.

A falta deste, gera um desentendimento frequente durante a execução, pois não há um alinhamento sobre as etapas e planos de ataque na obra, resultando em uma dificuldade de comunicação entre os engenheiros, mestres e fiscais das obras, colocando em risco o sucesso do empreendimento.

Em virtude dessa realidade, Conte e Gransberg (2001) discorrem que em detrimento dos elevados níveis de incerteza, característicos do setor de obras, é fundamental que se adotem medidas gerenciais com o objetivo de estabilizar a produção, reduzindo a variabilidade dos processos. Tais medidas consequentemente aumentariam a confiabilidade nas etapas de planejamento da produção.

Pensando em melhorias em relação a atrasos, desperdícios e até mesmo a logística de uma obra, muitos gestores no mundo todo estão aplicando o método Lean Construction ou em português, a chamada construção enxuta. As empresas estão buscando a otimização dos processos que definem prazo e custos de forma eficaz e

baseiam toda a gestão de obras com um modelo de aplicação bem definido. É possível identificar processos que geram ou não, valor para empresa.

Em 1992, o pesquisador finlandês Lauri Koskela se baseou nas práticas do Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvidas desde a década de 1950 no Japão e propôs uma nova filosofia na indústria da construção. Ao longo dos anos 90, pesquisadores no Brasil e no exterior se dedicaram a adaptar alguns dos conceitos e princípios da Gestão da Produção à realidade da construção civil. A nova forma de pensar foi denominada Lean Construction (Construção Enxuta) por ter como base a filosofia Lean Production (Produção Enxuta), que por sua vez é o conjunto de práticas aplicadas no STP. Da qual se contrapõe ao processo de Produção em Massa, cujas vertentes estão no Taylorismo e Fordismo (FORMOSO, 2002).

O doutrinador Sarcinelli (2008, p. 10) tendo em vista o sucesso da filosofia Lean Production: admite-se que a adoção dos princípios da Produção Enxuta na Construção Civil pode representar a mudança necessária para que as empresas construtoras sobrevivam, obtenham lucro e até mesmo obtenham vantagem competitiva no novo cenário de um mundo globalizado.

A aplicação do Lean Construction só é possível se houver uma formação adequada da mão de obra, entende-se que o treinamento é peça chave para a modernização e iniciativas de implementação de melhorias no setor da construção civil (ROMAM, 2013).

A falta de conhecimento sobre o que de fato agrega valor na empresa, favorece a geração de desperdício e imprecisão sobre os processos, pois futuramente vão acumulando e perdem qualidade, produtividade, assertividade na produção e principalmente o lucro. A filosofia Lean vem justamente para direcionar e demonstrar o que de fato agrega valor e o que gera prejuízo, esses fatores justificam o desenvolvimento deste trabalho.

O objetivo específico deste trabalho discorre em analisar a metodologia do Sistema Toyota de Produção, identificar seus benefícios, estudar a cadeia de valor agregado e os desperdícios gerados na produção, abordar o sistema Lean na construção e demonstrar as ferramentas que auxiliam a aplicação.

2. LEAN MANUFACTURING (PRODUÇÃO ENXUTA)

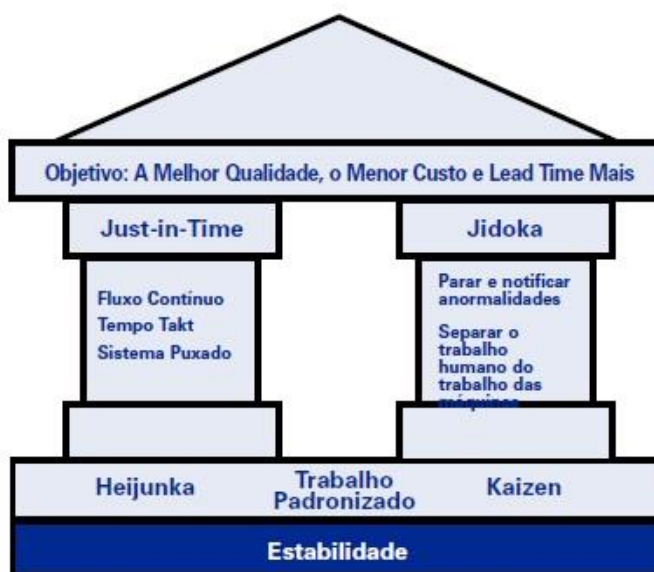
Batizada por Krafcik (1988) a produção enxuta aborda os princípios da

manufatura desenvolvidos no Japão após a Segunda Guerra Mundial com o objetivo de reduzir custos e eliminar desperdícios nas cadeias de produção das fábricas.

Entende-se por desperdício quaisquer processos ou ações que não agreguem valor ao produto final, ou como sendo qualquer quantidade além do mínimo necessário de equipamentos, materiais, componentes e tempo de trabalho absolutamente essencial à produção (HAY, 1992).

A criadora da filosofia de produção enxuta foi a Toyota que em meados da década de 1950, conhecido como Sistema Toyota de Produção ou STP, segundo relatos de Sayer e Walker (1992), o Japão passava por uma forte crise econômica que alastrava todo o território, nesse período percebeu que havia uma disparidade gigante entre a produtividade Japonesa em relação à Americana, inexistindo qualquer margem para competição entre os mercados. A Toyota necessitava alterar seus métodos de produção para se manter competitiva em comparação com o mercado Americano.

O principal objetivo era a eliminação de desperdícios para reduzir atividades que não agregassem valor ao produto, aliados à qualidade que visava a produção de veículos com zero defeito. Além desses princípios foi criado um terceiro: o envolvimento com os trabalhadores que serve para o perfeito funcionamento dos primeiros. Para que fosse possível gerir esses sistemas de produção foram criados os seguintes pilares: Just in Time, Jidoka (autonomação com toque humano), Kanban, Kaizen (melhoria contínua) e a Ferramenta 5S que serão descritas durante o desenvolvimento deste tópico.



2.1 JUST IN TIME

É uma metodologia que consiste no alinhamento entre a cadeia de suprimentos com planejamento da produção, ajustando o fornecimento da matéria prima no momento certo para fabricação, produzindo apenas o necessário de acordo com as demandas dos clientes. Esse sistema evita a superprodução, uma vez que só há estoque se houver demanda, por tanto, reduz o tempo de produção, pois atende as necessidades do cliente já no início do processo.

O objetivo do just in time é melhorar a eficiência da linha de produção, visando obter produtos e serviços ao menor custo e o mais rápido possível. Este objetivo é alcançado através da redução dos desperdícios de recursos da produção e de um sistema que fornece meios simples e altamente visíveis de autorização e controle de produção (WILDEMANN e CARLSON, 1987).

A matéria prima só é solicitada após a criação da demanda por meio interno ou externo: de maneira interna é quando o produto de determinado processo está sendo solicitado pelos funcionários do processo seguinte, já a demanda externa, é gerada pelo cliente (encomendas). Logo, as produções têm que estar sincronizadas com as demandas internas e externas, assim, todos os serviços estão disponíveis quando forem necessários.

Outro objetivo do JIT é a redução de estoques, no momento em que o produto fica pronto já é momento exato de entregá-lo ao cliente ou à próxima etapa do processo produtivo.

As principais metas do Just in time são: zero defeitos: buscar a alta qualidade em todos os aspectos; velocidade: rapidez na preparação de processos e produtos; estoque zero: a produção e as vendas estarem sincronizadas em fluxo contínuo; movimentação zero: evitar movimentações desnecessárias; quebra zero: evita-se retrabalhos e custos extras; lead time zero: menor tempo possível entre o início de uma atividade e sua conclusão; redução de custos: gasta-se somente com o necessário; alta performance: manter a qualidade em todos os processos da organização; flexibilidade: possibilidade de resposta diante de um problema; confiabilidade: gerada pela manutenção preventiva.

O outro pilar do Sistema Toyota de Produção é a Autonomia ou Jidoka, que permite para um processo de forma autônoma assim que uma falha ocorra. Segundo Maximiano (2017), a palavra Jidoka assim como a técnica, remonta a invenção do tear automático, criado por Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota.

A máquina possuía um dispositivo que permitia sua parada assim que algum problema no processo era detectado, dessa forma impedia a produção de itens defeituosos. A criação da máquina de tear automática, foram detectados dois problemas que ocorriam em quanto ela estava em operação: mesmo com o fio do tecido rompido, a máquina não parava de funcionar e o segundo era que o defeito só era detectado após a concluir o processo, produzindo tecido defeituoso, que tinha como resultado em desperdício.

Para evitar esse problema, seria necessário que cada máquina tivesse um operário “vigilando” durante seu funcionamento, processo este que aumentava o custo de produção, pois seriam necessários vários funcionários durante todo o processo de fabricação dos tecidos.

Sarcinelli (2008) por volta da década de 20 quando a família Toyoda ainda trabalhava na área têxtil, Sakichi Toyoda criou um mecanismo que parava automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse atingida ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos. Desta maneira, o seu operador não ficava o tempo todo vigiando a máquina, criando assim, supervisão simultânea de diversos teares.

Foi uma revolução extraordinária para a época, visto que a partir daquele momento um funcionário poderia tomar conta de várias máquinas, criando um trabalho mais flexível e menos oneroso, reduzindo o desperdício, pois o dispositivo além de alertar imediatamente sobre o problema também parava o trabalho imediatamente, evitando que a máquina produzisse material defeituoso.

2.2 KANBAN

SIMÃO (2004) coloca que na Toyota o sistema de Kanban foi desenvolvido para controlar o JIT. O nivelamento, tanto de volume quanto de mix de produtos é necessário para a implementação do Kanban e redução no lead time de produção. Ele pode ser obtido reduzindo o tamanho dos lotes de produção até a unidade e utilizando-se de correias transportadoras ajustadas conforme o takt time. O

nivelamento também é favorecido pela troca rápida de ferramentas e por trabalhadores especializados.

Taiichi Ohno é o criador do sistema, e explica a correlação do kanban dentro do JIT: um Kanban (“etiqueta”) é um instrumento para o manuseio e garantia da produção Just-in-time, o primeiro pilar do Sistema Toyota de Produção.

Basicamente um Kanban é uma forma simples e direta de comunicação localizada sempre no ponto que se faz necessária. Na maioria dos casos, um kanban é um pequeno pedaço de papel inserido em um envelope retangular de vinil. Neste pedaço de papel está escrito quanto de cada parte tem de ser retirada ou quantas peças têm de ser montadas (OHNO, 1997,p. 131).

Segundo Monden (1984) e Vollmann et al. (1997) existem normas básicas para o funcionamento do sistema Kanban, citados a seguir: o processo seguinte deve retirar do processo anterior somente os produtos necessários nas quantidades necessárias e no tempo devido; o processo anterior deve produzir seus produtos nas quantidades requisitadas pelo processo seguinte; produtos com defeitos não devem ser enviado para o processo seguinte; o número de Kanbans deve ser mantido o menor possível e reduzido por meio de melhorias do processo; cada contenedor deve ter anexado um cartão no quadro do Kanban que somente deve conter quantidades padronizadas de peças (MOURA, R. Kanban: A simplicidade no controle de produção. IMAN, 1989).

O quadro Kanban permite a visualização das atividades e o seu sequenciamento, é utilizado como um modelo de gestão a vista, ou seja, as informações devem estar em um local de fácil e de linguagem simples para permitir que os envolvidos durante o processo estejam informados e atualizados sobre as demandas, melhorando a comunicação durante a linha de produção.

2.3 KAIZEN

Segundo Werkema (2006), Kaizen é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua. O objetivo do Kaizen é alcançar melhorias rápidas que exigem o emprego organizado do senso comum e da criatividade para melhorar um processo individual ou até um fluxo de valor completo.

A melhoria contínua também é conhecida como Kaizen, sua definição é dada por Masaaki Imai, que foi um dos principais autores do melhoramento contínuo. Kaizen significa melhoramento, entretanto refere-se a vida pessoal, doméstica, social e

também laboral. Quando aplicado no trabalho, o Kaizen significa melhoria contínua envolvendo todos da organização, administradores e trabalhadores igualmente, (SLACK et al. (2009).

A aplicabilidade da melhoria contínua é utilizada por organizações que buscam melhorar todos os setores da empresa, pois todos os setores estão inseridos na aplicação da ferramenta com o objetivo de entregar o máximo de satisfação ao cliente enquanto reduzem as atividades que não agregam valor. Em suma, definições atribuídas a padronização dos processos produtivos.

São inúmeros os resultados do Kaizen, como aumento significativo da produtividade, eliminação de espera, aumento do valor agregado, meio ambiente, melhor organização, eliminação de retrabalho e transporte excessivo (WERKEMA, 2006).

2.4 FERRAMENTA 5S

O método de gestão 5 Sensos (5S) é um conjunto de normas aplicadas nas empresas com o objetivo de promover resultados organizacionais eficazes e aumento do desempenho entre os colaboradores por meio de processos organizados, simplificados e enxutos.

A indústria japonesa desenvolveu os 5 Sensos (5S), dispostos na Figura 2, que permitiram a implementação de programas de melhoria nos processos produtivos. Trata-se de um sistema de padronização e organização do local de trabalho, que tem como objetivo auxiliar os funcionários a identificarem situações fora do padrão e tomar medidas corretivas de forma simples e imediata (DENNIS, 2008).

Denominação		Conceito	Objetivo Particular
Português	Japonês		
Utilização/Seleção	Seiri	Separar os desnecessários	Eliminar do espaço de trabalho o que seja inútil
Ordem	Seiton	Situar os necessários	Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz
Limpeza	Seiso	Suprimir os supérfluos	Melhorar o nível de limpeza
Saúde e Higiene	Seiketsu	Sinalizar as anomalias	Prevenir o aparecimento de doenças, supérfluos e a desordem
Disciplina	Shitsuke	Seguir melhorando	Incentivar esforços de aprimoramento

Figura 2 – Sensos do Programa 5S Fonte: Naves (2013)

A implementação dos 5s pode trazer o aumento de produtividade, melhoria no atendimento a prazo, redução de defeitos, aumento de segurança no trabalho, redução de material perdido e melhoria na capacidade para distinção entre condições normais e anormais de trabalho (WEKEMA, 2006).

3. LEAN CONSTRUCTION

O conceito do Lean Construction (Construção Enxuta, em português) é um procedimento derivado nos princípios aduzidos pela Toyota, em 1940, cujo o seu fundamento era ampliar o nível de desempenho das empresas, diminuir desperdícios e custos.

O posicionamento adotado, sugere que o trabalho deve ser especificado quanto ao seu conteúdo, tempo, sequência e resultado, e que as relações entre clientes e fornecedores devem ser diretas para que os pedidos e envios sejam feitos de forma rápida e eficiente (Qualitab, Online, 2020).

O Lean Construction surgiu para que a construção de novos empreendimentos ocorra de maneira fluida, sem contratempos e paradas desnecessárias, resultando em entregas no prazo e com a qualidade esperada (Qualitab, Online, 2020). Por conseguinte, entende-se que a Construção Enxuta executada de maneira eficaz, agrega a otimização do tempo em obras, a organização, o planejamento e diminui o desperdício de materiais.

No mesmo sentido, Junqueira discorre:

A construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta (JUNQUEIRA, 2006, p.11).

É notório a necessidade do procedimento explicitado acima na construção civil. Segundo Koskela (1992), para ser implantado esta metodologia são dispostos onze princípios. Primordialmente, deve-se diminuir o número de processos que gerem desperdícios e/ou custos adicionais para execução da obra e em razão disso, focar em atividades que aumentem a percepção do valor sob a ótica do cliente, atividade nominado pelo doutrinador de “atividade de conversão” (KOSKELA, 1992).

Segundo, considerado como um dos mais importantes princípios do Lean Construction, está em aumentar o valor da saída considerando os requisitos do cliente (Sarcinelli, 2008), o cliente é prioridade no processo.

Existem tipos de cliente: o cliente final e o cliente da atividade posterior. Desta forma, deve-se ter como foco principal a criação de um desenho de fluxo que identifique as necessidades do cliente, de modo que os requisitos possam ser analisados e cumpridos (WIGINESCKI, 2009).

Terceiro, redução da variabilidade do processo: as execuções dos processos devem se manter estáveis o máximo possível, pois, mesmo com a utilização dos mesmos materiais, o produto poderá apresentar diferenças. Para auxiliar no processo, é imprescindível a transparência e a padronização das atividades durante a produção (KOSKELA, 1992)

Quarto, reduzir o tempo de ciclo de uma atividade: prever a redução do tempo necessário na produção, diminuindo o tempo gasto por ciclo, baseado no princípio do Just in Time. Cada etapa do serviço deverá ocorrer como planejado, coibindo o acúmulo de estoque das obras e evitando atrasos (SARCINELLI, 2008).

Quinto, simplificar através da minimização do número de passos e partes: quanto maior a complexidade de um processo, maior chances de erros e consequentemente maior custo envolvido, com isso, reduzindo-se o número de passos ou etapas de um processo. A tendência é que diminuam também as atividades que não agregam valor. Para simplificar um sistema, deve-se reduzir o número de partes de um produto e/ou o número de passos em um fluxo de materiais ou informação (WIGINESCKI, 2009).

Sexto, aumentar a flexibilidade de saída: consiste na possibilidade de se alterar as características do produto de acordo com as necessidades do cliente sem alteração significativa de preço. É importante que haja a possibilidade de se alterar o produto final de acordo com a necessidade dos clientes internos ou externos sem que ocorra prejuízo para ambas as partes (SARCINELLI, 2008).

Sétimo, aumentar a transparência do processo: quanto mais transparentes forem os processos, maior a facilidade e rapidez em identificar erros. Isso ocorre, pois, ao passo que se aumenta a disponibilidade de informações para a execução de tarefas, mais fácil se torna o trabalho. A participação e envolvimento da mão de obra com o trabalho permite o desenvolvimento de melhorias no processo baseadas na experiência prática dos trabalhadores (FORMOSO, 2002).

Oitavo, ter foco no controle de todo o processo: para que o processo seja passível de controle total, existem dois pré-requisitos que devem ser atendidos: em primeiro lugar, o processo deve ser medido, e em segundo lugar deve haver uma autoridade para o controle de todo o processo (KOSKELA, 1992).

Nono, gerar melhoria contínua: deve ser aplicado o método Kaizen para que a redução do desperdício e o aumento de valor do produto que atenda às necessidades do cliente devem ser priorizados continuamente. Os métodos de análise e medição do processo devem estar focados em identificar a raiz dos problemas ao invés de remediar os efeitos negativos (WIGINESCKI, 2009).

Décimo, melhorar o equilíbrio do fluxo com melhoria nas conversões: como as atividades de fluxo e de conversão estão interligadas sendo estas primeiras devem ser tratadas com mais atenção. Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em equipamentos. Com a melhoria das atividades de fluxo, será possível a implantação de novas tecnologias, diminuindo a variabilidade do processo e, assim, beneficiando as atividades de conversão (KOSKELA, 1992).

Décimo primeiro, benchmarking: tal princípio tem como prioridade a busca de melhorias através do conhecimento das experiências positivas e negativas de outras empresas. Diante disso, é fundamental o conhecimento profundo do processo, bem como as empresas líderes e concorrentes. Com base nas informações coletadas, devem ser incorporadas as melhores técnicas, copiando e adaptando as melhores técnicas nos próprios subprocessos, de modo a atingir superioridade em comparação com as outras empresas, combinando as virtudes já existentes com as melhores práticas externas (WIGINESCKI, 2009). Este princípio mostra a importância das empresas se relacionarem entre si, trocando experiências e lições aprendidas.

4. CONCLUSÃO

Por meio do referencial teórico apresentado nos tópicos anteriormente, o Lean Manufacturing é uma metodologia que tem como objetivo reduzir desperdícios e prazos e maximizar a qualidade e o lucro. Foi abordado o conceito histórico e as principais ferramentas para implantação do modelo.

O Lean Construction, por sua vez, foi desenvolvido a partir da produção enxuta, adaptando o modelo de gestão e as ferramentas para as necessidades da construção civil, visando agregar a otimização do tempo em obras, a organização, o planejamento e diminuir o desperdício de materiais.

O objetivo da pesquisa, foi descrever a metodologia e as ferramentas que se tornam necessários para aplicação da Lean Construction na construção civil, em conjunto, apresentar soluções e a capacidade de melhoria em diversos setores da construção civil. Por conseguinte, tem como finalidade servir de base no setor acadêmico para estudos e pesquisas fundamentadas na produção enxuta.

A construção civil se mostra muito apta a aplicação dos conceitos das construção enxuta, visto que trata-se de um setor caracterizado por altos índices de desperdício, produtos com baixa qualidade, alta probabilidade de patologias construtivas, processos ineficientes e com baixa assertividade, criando um campo promissor dos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos do Lean Construction (JUNQUEIRA, 2006, p.11).

REFERÊNCIAS

CONTE, Antonio S. I.; GRANSBERG, Douglas. **Lean Construction: From Theory to Practice**. IGLC – International Group for Lean Construction, v. 10, Gramado, 2001. Disponível em:

<http://www.4shared.com/file/61744088/90078353/Conte_ASI_-Lean_Construction-_Da_Teoria_para_Pratica.html>. Acesso em: 07 jun. 2022.

COSTA, Jonas Leite. **VERIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE HABITAÇÃO POPULAR NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO - PARANÁ**. Orientadora: Tanatiana Ferreira Guelbert. Co-orientador: Marcelo Guelbert. TCC (Graduação). Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, CAMPO MOURÃO, Paraná, 2014. Disponível em:

<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6204/4/CM_COECI_2014_2_06.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

GONÇALVES, Pedro Guilherme Ferreira. **ESTUDO E ANÁLISE DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION**. Orientadora: Danielle Meireles de Oliveira. 2014. MONOGRAFIA (Curso de Especialização). Engenharia Civil. Escola de Engenharia UFMG, BELO HORIZONTE, Minas Gerais, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9LEPG3/1/monografia_de_pedro_guilherme_f._gon_alves.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato. **APLICAÇÃO DA LEAN CONSTRUCTION PARA REDUÇÃO DOS CUSTO DE PRODUÇÃO DA CASA 1.0**. Orientador: Antônio Sérgio Itri Conte. Dissertação (Especialização). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2006. Disponível em: <<file:///C:/Users/diva/Downloads/azdoc.tips-aplicacao-da-lean-construction-para-reducao-dos-custos-na-construcao-da-casa-10.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

OLIVEIRA, Flávia Alves. **ANÁLISE DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS**. Orientadora: Kíria Nery Alves Do E. S. Gomes. 2019. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Civil. UniEvangélica, ANÁPOLIS, Goiás, 2019. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1441/1/TCC2%202019_1%20ANA%20FL%20C3%81VIA.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Jidoka: Automatização com um toque humano**.

Citisystems, São Paulo, 30 de março de 2013. Disponível em:
<<https://www.citisystems.com.br/jidoka/>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

VANSAN, A. LANGARO, E. **FERRAMENTAS LEAN APLICADAS ÀS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL CLASSIFICADAS NO MODELO LCR**. Orientadora: Heloiza Aparecida Piassa Benetti. TCC (Graduação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL. CURSO DE ENGENHARIA CIVIL. PATO BRANCO, Paraná, 2013. Disponível em:
<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14416/2/PB_COECI_2012_2_02.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.