



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACIG

**LEAN CONSTRUCTION COMO FERRAMENTA DE CONTROLE E ECONOMIA DE
MATERIAIS EM OBRAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Enio Rafael Lima Gomes

Manhuaçu

2019



ENIO RAFAEL LIMA GOMES

LEAN CONSTRUCTION COMO FERRAMENTA DE CONTROLE E ECONOMIA DE MATERIAIS EM OBRAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso Superior de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFACIG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Gerenciamento de obras

Orientador: Marcelus Xavier Oliveira

Manhuaçu

2019

RESUMO

A Construção Civil é uma área que tem grande participação no PIB Nacional, e assim como as demais áreas a busca por melhorias e maior satisfação no quesito eficiência e produtividade se fazem presente. Baseado na Lean Production conhecida também como Sistema Toyota de Produção surge no mercado o sistema Lean Construction voltado para o setor da construção com o intuito de reduzir ou se necessário eliminar os desperdícios existentes nas atividades realizadas em todo o processo de construção e valorizar as atividades que agregam valor para o mesmo. A filosofia Lean quando aplicada de forma correta pode trazer grandes lucros e benefícios independente da área de aplicação, partindo dessa idéia este trabalho visa apresentar um breve conhecimento sobre esse pensamento e expor um pouco sobre os princípios e ferramentas utilizadas no sistema Lean Construction permitindo resultados benéficos e eficientes para o ramo da Construção.

Palavras-chave: Lean Production, Lean Construction, desperdícios, construção.

ABSTRACT

Civil construction is an area that has a large participation in the National GDP, and like the other areas, the search for improvements and greater satisfaction in terms of efficiency and productivity are present. Based on the Lean Production also known as the Toyota Production sector appears in the market in order to reduce or if necessary eliminate the existing waste in the activities carried out throughout the construction process and to value the activities that add value to it. The Lean philosophy when applied correctly can bring great profits and benefits regardless of the area of application. From this idea, this paper aims to present a brief knowledge about this thinking and expose a little about the principles and tools used in the Lean Construction system allowing beneficial results. and efficient for Construction.

Keywords: Lean Production, Lean Construction, waste, construction.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Modelo de Processo da Construção Enxuta	12
FIGURA 2 – Modelo de Bombeamento de Argamassa	13
FIGURA 3 – Exemplo de Variação de Material	14
FIGURA 4 – Divisórias de Gesso Cartonado	15
FIGURA 5 – Limite de Espaço Transparente	16
FIGURA 6 – Modelo de aplicação do Just in Time (JIT)	21



LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Princípios do <i>Lean Thinking</i>	10
QUADRO 2 – Comparativo entre os princípios do <i>Lean Thinking</i> e os princípios da <i>Lean Construction</i>	17
QUADRO 3 – Ferramentas da Lean Construction	18

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	8
2 – REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 A FILOSOFIA <i>LEAN</i>	9
2.2 <i>LEAN PRODUCTION</i>	9
2.3 <i>LEAN THINKING</i>	9
2.3.1 <i>Valor</i>	11
2.3.2 <i>Fluxo de Produção</i>	11
2.3.3 <i>Fluxo Contínuo</i>	11
2.3.4 <i>Puxar</i>	11
2.3.5 <i>Perfeição</i>	12
2.4 <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	12
2.4.1 <i>Princípios da Lean Construction</i>	13
2.4.1.1 Reduzir a parcela de atividades que não acrescentam valor	13
2.4.1.2 Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	14
2.4.1.3 Reduzir a Variabilidade	14
2.4.1.4 Reduzir o tempo de ciclo	14
2.4.1.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes	15
2.4.1.6 Aumentar a Flexibilidade de saída	15
2.4.1.7 Aumentar a transparência do processo	16
2.4.1.8 Focar o controle no processo global	16
2.4.1.9 Introduzir melhorias contínuas no processo	16
2.4.1.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões ...	17
2.4.1.11 Fazer <i>Benchmarking</i>	17
2.4.2 <i>Ferramentas da Lean Construction</i>	18
2.4.2.1 <i>Kanban</i> (cartão)	19
2.4.2.2 Mapeamento do fluxo de valor	19
2.4.2.3 Cinco S (5S)	19
2.4.2.4 Gestão Visual	19
2.4.2.5 <i>Last Planner System</i>	19



2.5 METODOLOGIA DE PESQUISA	20
2.6 DISCUSSÃO E RESULTADOS	20
2.6.1 Sistema Tradicional x Lean Construction	20
3 – CONCLUSÕES	22
4 – REFERÊNCIAS.....	23

1 – INTRODUÇÃO

São comuns as constantes transições que ocorrem com o passar dos anos nas mais diversas áreas e setores por todo o mundo, tais mudanças normalmente com intuito de crescimento e melhorias acabam exigindo adaptações da parte de todos os envolvidos.

A busca por crescimento pessoal, rendimentos financeiros e conforto são objetivos desejados por todos. Na construção civil isso não é diferente, a cada dia surgem inovações na forma de trabalho e nos equipamentos utilizados em atividades e projetos, fazendo com que os profissionais busquem capacitação e aperfeiçoamento para se adequarem ao padrão desejado por empresas e clientes e dessa forma não serem engolidos por essas mudanças, perdendo espaço por não preencherem os requisitos desejados pelo mercado de trabalho.

Os processos de construção civil quando não são planejados e gerenciados de forma correta revelam grande quantidade de desperdícios, sejam eles em materiais como no caso das superproduções (excessos de materiais), também processos desnecessários ocasionando em perda de materiais, mão de obra, tempo e custos elevados, além de atrasos no prazo de entrega do projeto, com isso o surgimento do termo “*Lean Construction*” (construção enxuta) criado pelo finlandês Lauri Koskela tendo como base o Sistema Toyota de Produção conhecido também como Produção enxuta desenvolvido entre 1947 e 1975, visando planejamento adequado, evitando prejuízos e buscando melhorias e retorno financeiro nos projetos a serem construídos.

Essa pesquisa visa compreender um pouco dos cinco princípios essenciais da *Lean Construction*, sendo estes: a redução de atividades que não agregam valor, aumento no valor dos produtos de acordo com a necessidade dos clientes, redução da variabilidade, redução do tempo de ciclo e aumento da transparência dos processos, apresentando definições.

Busca-se também analisar as aplicações de cada um desses princípios, apresentando também algumas vantagens e desvantagens desse processo através de um comparativo entre uma construção tradicional e a construção enxuta.

O artigo ainda traz uma breve definição sobre as ferramentas utilizadas nesse sistema, sua relação com a construção civil e dificuldades de aplicação nesse meio, sempre levando em consideração a busca por melhorias, visando qualidade na produção de uma forma que atenda a todos os públicos envolvidos nesse processo.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A filosofia *Lean*

O termo *Lean* (enxuto) surgiu com a idéia de contestar a eficiência de metodologias anteriores, buscando a identificação de desperdícios não percebidos a um olhar desatento. A princípio utilizada em indústrias automobilísticas de grande porte, mas em pouco tempo passou a ser adotado por todos os tipos de empresas devido a sua eficácia (CARMO, 2014).

O sistema *Lean* é um modelo que pode ser empregado em todas as áreas uma vez que sua utilização é empregada na busca de aumentar e agregar valores em processos de produção que realmente são necessários e reduzir ou até mesmo eliminar aqueles processos que são desnecessários gerando apenas prejuízos para a produção e que não irão interferir de forma alguma nos objetivos a serem alcançados.

Desde o surgimento da filosofia *Lean* diversas áreas foram se baseando em sistemas já existentes e através deles fazendo modificações necessárias para cada área como no caso da *Lean Production*, *Lean Thinking* e *Lean Construction*.

2.2 *Lean Production*

Após a segunda guerra mundial na década de 50 o Japão passava por um momento de escassez de recursos humanos, financeiros e materiais e por isso passava por um período de recuperação. Após uma visita à Ford nos Estados Unidos na busca de um sistema que ajudasse o Japão nessa recuperação, os Engenheiros Taiichi Ohno e Eiiji Toyoda perceberam que o sistema de produção em massa utilizado em tal empresa não seria viável para o Japão, pois precisavam de um sistema que visasse desperdício e prejuízo, assim criaram o sistema Produção Enxuta (*Lean Production*), também conhecido como Sistema Toyota de Produção (COSTA; ARANTES, 2008).

Segundo Carmo (2014) o Sistema Toyota de Produções na busca por atingir qualidade com menor custo e tempo pode ser entendido através de três princípios que serviram como base para a construção do sistema *Lean Production*, sendo: *Just in time*, *Jidoka* e *Kaizen*.

O *Just in time* (JIT) surgiu na intenção de controlar a produção, produzindo a peça certa, no tempo certo e qualidade certa uma vez que o Japão necessitava de economia devido ao período de escassez, assim não haveria estoque, pois tudo seria produzido conforme a demanda (ARANTES, 2008).

Jidoka: Automação com toque humano, visava melhoria na forma de identificação dos erros, buscando formas de correção (CARMO, 2014).

Kaizen: Melhoria para melhor, buscava o aperfeiçoamento dos colaboradores na busca de ensiná-los a detectar os desperdícios existentes, reduzindo trabalho duro e aumentando produtividade (CARMO, 2014).

2.3 *Lean Thinking*

A idéia principal do conceito *Lean Thinking* é a eliminação do desperdício, uma vez que esses não agregam valor ao produto, mas são encontrados no processo de produção. Tais desperdícios são listados por 1998 por Ohno e divididos em sete

categoriais: excesso de produção, movimento, transporte, estoque, espera, atividades desnecessárias e defeitos (FONTANINI, 2009).

Segundo Picchi, (2003) O Pensamento Enxuto criado em ambiente de indústria automobilística na busca de eliminar os desperdícios e em confronto com sistema de produção em massa, utiliza:

Metade dos esforços dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK; JONES, ROOS, 1992, P. 3 apud PICCHI, 2003).

Segundo Zouto (2015) o “Pensamento Enxuto” permite que o cliente tenha sua mercadoria no momento e na quantidade desejada, e que a empresa consiga reduzir e até mesmo eliminar os desperdício existentes em qualquer que seja a etapa desde processo.

Segundo Costa; Jardim (2010) o *Lean Thinking* (pensamento enxuto) tem por finalidade uma reestruturação do ambiente produtivo, buscando melhorias e evitando desperdícios, assim ganharia velocidade, flexibilidade e qualidade nos atendimentos. Para isso o processo se baseia em cinco princípios: Valor, fluxo de produção, fluxo contínuo, puxar e perfeição.

QUADRO 1 - Princípios do *Lean Thinking*

Princípios	Exemplos sugestão e ferramentas para melhoria
Valor	Identificação do que é valor para o cliente Revisão sistemática de processos construtivos na busca de aumentar o valor oferecido ao cliente, reduzindo desperdícios e oferecendo novos perfis desejados
Fluxo de Produção	Aplicação de mapeamento de processos. Mapeamento do fluxo de valor, identificando falhas, possíveis melhorias e ferramentas decorrentes.
Fluxo Contínuo	Aplicação de ferramentas como de controle visuais. Criação de fluxo entre atividades, revendo a estrutura e divisão e trabalhos de forma a minimizar interrupção e espera entre atividades. Padronização de trabalho, definindo sequência, ritmo e estoques
Puxar	Utilização de formas de comunicação direta, para puxar, no momento que sejam necessários, serviços, componentes e materiais

Perfeição	Adoção de processos que possibilitem a rápida exposição de problemas. Estabelecimento na base de hierarquia funcional, de procedimentos sistêmicos de melhoria e aprendizado contínuos
-----------	---

Fonte: Autor (2019)

2.3.1 Valor

É necessário entender o que é valor para o cliente e oferecer maior valor agregado, sem desperdício (WOMACK; JONES, 1998).

Segundo Costa; Arantes (2008) a produção deve acontecer de acordo com os desejos dos consumidores, uma produção sem consumidor leva uma empresa ao fracasso e por isso a necessidade de conhecer o pensamento do cliente, ou seja, o valor deve surgir da especificação do cliente e a partir daí a produção sem desperdícios.

2.3.2 Fluxo de Produção

O fluxo de produção também conhecido como fluxo de valor entra diretamente na eliminação dos desperdícios, pois trabalha na identificação de três ações que visam melhoria no processo desde a matéria prima até a finalização do produto, sendo elas: ações que produzem valores e que devem ser mantidas, ações que não produzem, mas são indispensáveis e ações que não produzem valores e devem ser descartadas, pois geram apenas prejuízos.

2.3.3 Fluxo Contínuo

O fluxo contínuo pode ser compreendido como: produzir e movimentar um produto por vez ao longo de uma serie de etapas de processamento continuamente, sendo que em cada etapa se realiza apenas o que é exigido para a etapa seguinte (LEXICO *Lean*, 2003 apud FONTANINI, 2009).

O fluxo contínuo aparece com a idéia de evitar estoques, investindo nas ações que produzem valores e eliminando aquelas que não agregam valores, assim seria possível obtenção de qualidade das peças fazendo o valor fluir sem interrupções. A idéia é de produzir peças uma a uma, a medida que fossem solicitadas, facilitando a identificação de erros através da limpidez entre as etapas e diminuição no tempo de espera entre elas.

2.3.4 Puxar

A idéia de cliente puxar é produzir somente o necessário evitando superprodução, diferente da produção em massa o pensamento puxar consiste em permitir que cliente retire o produto no momento de sua necessidade e não empurrar produtos na intenção de não fazer estoques desnecessários, para isso utiliza-se de elementos como produção e entrega *Just-in-time* (na hora certa) e ferramentas como o *Takt Time* (ritmo da demanda) e *Kanban* (cartão de controle dos fluxos de produção e transportes) (FONTANINI, 2009).

2.3.5 Perfeição

A perfeição consiste em fazer com que os processos anteriores funcionem como uma engrenagem, um ligado ao outro a todo tempo e todos em perfeita sintonia, assim será possível evitar e eliminar desperdícios e prejuízos à medida que forem detectados alcançando a perfeição.

Segundo Arantes; Costa (2008) para que uma empresa se mantenha firme no mercado é necessária uma busca constante por melhorias, qualificações e aprendizados na tentativa de atingir a perfeição, uma vez que sempre surgem novidades, conceitos e formas de trabalho que proporcionam progressos e aperfeiçoamentos nos processos de produção.

2.4 Lean Construction

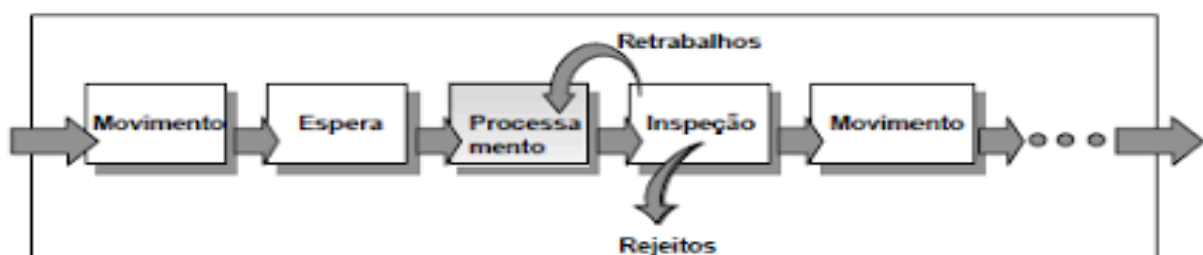
A *Lean Construction* também conhecida como construção enxuta aparece no mercado como uma adaptação da *Lean Production* voltada para o ramo da construção civil, assim como os demais sistemas *Lean*, a *Lean construction* é adotada com a idéia de melhorar a produção e etapas da construção civil de forma a eliminar ou reduzir atividades que não agregam valor e aperfeiçoar as que agregam buscando eliminar os desperdícios, sejam eles em mão de obra, materiais, tempo ou outros que vierem surgir.

Lean construction, é construir com regra, construir pensando em cada fase desde o início do projeto à utilização do empreendimento, construir tendo o objetivo de aumentar o valor do produto final, construir eliminando desperdícios, construir tendo em vista a satisfação do cliente e construir com finalidade de obter melhorias contínuas (ARANTES, 2008).

Segundo Wiginescki (2009) é comum que os envolvidos no processo de construção foquem na utilização de recursos e esqueçam os demais itens pertencentes ao processo, como o fluxo de trabalho. O processo de construção é baseado em cronogramas que buscam atingir um máximo desempenho, em outras palavras atingir perfeição, porem podem aparecer vários entraves durante o longo processo de construção afetando as programações estabelecidas, no qual podem ocasionar em folgas para as equipes em alguns momentos e em outros existir uma pressão em cima dos mesmos para que as atividades sejam concluídas no prazo desejado.

Segundo Formoso (2000) o processo de Construção enxuta é também baseado no fluxo de materiais, partindo da matéria prima até o produto final, no qual é composto por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção, dentre essas algumas são vistas como atividades que agregam valor, e outras que não agregam sendo consideradas atividades de fluxo.

FIGURA 1 – Modelo de Processo da Construção Enxuta



Fonte: Formoso (2000)

Segundo Koskela (1992) a Construção Enxuta é composta de princípios para gestão dos processos, alguns dos quais são apresentados a seguir:

2.4.1 Princípios da *Lean Construction*

Os princípios da *Lean Construction* são criados com a intenção de melhoria do processo de construção para agregar valores e evitar desperdícios. Segundo Koskela (1992) eles podem ser separados em onze princípios: Reduzir a parcela de atividades que não acrescentam valor, aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes, reduzir a variabilidade, reduzir o tempo de ciclo, simplificar através da redução do número de passos ou partes, aumentar a flexibilidade de saída, aumentar a transparência do processo, focar o controle no processo global, introduzir melhoria contínua no processo, manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões e fazer benchmarking.

2.4.1.1 Reduzir a parcela de atividades que não acrescentam valor

Assim como no fluxo de valor que é um dos princípios da *Lean Thinking*, Koskela entende que a qualidade e eficiência dos processos podem atingir um grau de melhoria e que além dessas melhorias ainda é possível a exclusão dos processos que não geram valor e sim prejuízos. Para tal processo entende-se a necessidade de compreender e utilizar o MFV (mapeamento de fluxo de valor), pois através dessa visão do mapeamento, fica fácil identificar etapas que estão com falhas, e que não agregam valores, facilitando nas tomadas de decisões necessárias para atingir o objetivo almejado. Lembrando que existem algumas atividades que não agregam valor, mas que são indispensáveis ao processo.

Segundo Formoso (2000) um exemplo seria no bombeamento de argamassa na qual a aplicação de um equipamento de suporte do mangote utilizado nesse processo permitiria que o servente de pedreiro ajudasse em outras tarefas que agregam valor.

FIGURA 2 – Modelo de Bombeamento de Argamassa



Fonte: Formoso (2000)

2.4.1.2 Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Segundo Koskela o valor do produto é adquirido como resultado do contentamento mediante as exigências do cliente e por isso a necessidade de entender os desejos e vontades do mesmo. A partir desse momento é possível realizar o trabalho de forma que seja viável ao prestador e ao mesmo tempo satisfazer o cliente.

Ao longo do processo de projeto, deve-se ter disponível de forma sistematizada dados relativos aos requisitos e preferências dos clientes finais, obtidos, por exemplo, através de pesquisas de mercado com potenciais compradores ou avaliações pós-ocupação de edificações já entregues (ARANTES; COSTA, 2008).

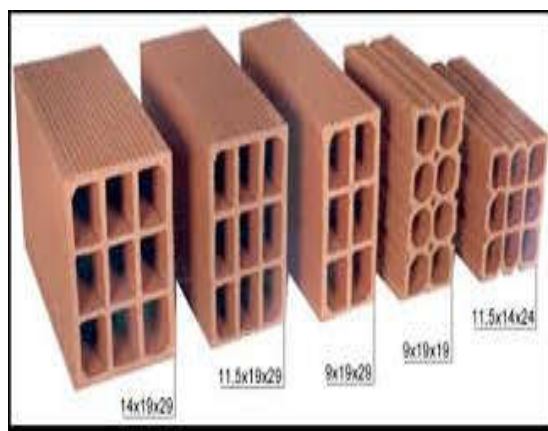
2.4.1.3 Reduzir a Variabilidade

O Melhor jeito para reduzir a variabilidade é padronização dos procedimentos, para isso é necessário conhecê-los para que seja possível entender a ligação entre eles e assim diminuir essa variabilidade (ISATTO, 2000, P.6 apud ARANTES; COSTA, 2008).

Segundo Formoso (2000) existem diversos tipos de variabilidade num processo de produção, eles podem estar envolvidos nos processos anteriores, nos próprios processos ou nos processos de demanda. Com isso ele entende que existam dois motivos para a redução da variabilidade. Primeiramente caso um produto seja uniforme fica mais fácil a produção do mesmo e assim traz mais satisfação pela qualidade ao produto e em segundo a diminuição da variabilidade evita a produção de atividades que não agregam valor e o tempo gasto na fabricação.

Segundo Arantes (2008) a equipe que executa a alvenaria é um exemplo que agregaria valor se não houvesse grandes variações dimensionais nos blocos utilizados.

FIGURA 3 – Exemplo de Variação de Material



Fonte: Ew7 (2014)

2.4.1.4 Reduzir o tempo de ciclo

Baseado no pensamento Just in time o princípio reduzir o tempo de ciclo procura reduzir o tempo o tempo gasto de todas as etapas realizadas na produção de um produto, na qual se analisa transporte, espera, processamento e inspeção, eliminando algumas atividades de fluxo e trazendo algumas vantagens para o processo de construção como: entrega mais rápida ao cliente, a gestão dos processos torna-se mais fácil, o efeito aprendizagem tende a aumentar, as estimativas de futuras obras são mais precisas e o sistema de produção torne-se menos vulnerável a mudanças de pedidos (ARANTES, 2008).

2.4.1.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes

Segundo Arantes (2008) quanto maior o número de passos ou partes em uma obra maior a possibilidade de existência de tarefas auxiliares que em grande parte são atividades que não agregam valor, devido a esse pensamento surge o princípio e necessidade de simplificar através da redução esse numero passos.

Montagens de andaimes, limpeza, inspeção final são exemplos de tarefas auxiliares que são geradas e que demandam de equipes para tal processo, sendo assim, Formoso em seu trabalho cita a utilização de vigas pré fabricadas como uma forma de reduzir passos, pois ao contrario das feitas em loco essas reduziriam tempo e até mesmo melhores condições de segurança ao trabalhador. Formoso ainda cita a utilização de equipes polivalentes ao invés de maior numero de equipes especializadas e o planejamento de locais adequados para matérias como forma de simplificação para o processo de construção (FORMOSO, 2000).

2.4.1.6 Aumentar a Flexibilidade de saída

Segundo Arantes (2008) aumentar a flexibilidade de saída é um princípio baseado na possibilidade de mudança dos aspectos dos produtos entregues ao cliente sem a necessidade de aumento excessivo nos custos dos mesmos.

Algumas empresas que atuam no mercado imobiliário adiam a definição do projeto e, em alguns casos, também da execução das divisórias internas de gesso cartonado de algumas unidades. Esta estratégia permite aumentar a flexibilidade do produto, dentro de determinados limites, sem comprometer substancialmente a eficiência do sistema de produção (ARANTES, 2008).

FIGURA 4 – Divisórias de Gesso Cartonado



Fonte: IP Forros e Divisórias

2.4.1.7 Aumentar a transparência do processo

Este princípio busca visualizar de forma mais fácil os possíveis erros e distorções no sistema de produção, para isso baseia-se no aumentada transparência do processo facilitando mais envolvimento com a mão de obra (ARANTES, 2008).

Segundo Formoso (2000) alguns exemplos de ferramentas para esse processo seria a remoção de obstáculos visuais como divisórias e tapumes e a utilização de equipamentos e dispositivos que proporcionem consideráveis ou até mesmo essenciais para a gestão de produção, assim como limpeza e organização do ambiente de trabalho.

FIGURA 5 – Limite de Espaço Transparente



Fonte: Formoso, C.

2.4.1.8 Focar o controle no processo global

Segundo Arantes (2008) esse princípio buscar focar no processo como um todo e não em atividades separadas, o controle do processo de forma geral permite a visualização de erros e distorções em meio à execução possibilitando as tomadas de decisões e assim as possíveis e necessárias correções para entrega da obra no prazo estabelecido.

Para aplicação deste princípio é essencial uma mudança de postura por parte dos envolvidos na produção, que devem procurar entender o processo como um todo por oposição a um foco restrito de operações. É também fundamental definir quem tem clara responsabilidade pelo controle global do processo (ARANTES, 2008).

2.4.1.9 Introduzir melhorias contínuas no processo

Koskela entende que a redução de desperdícios, e o aumento do valor na gestão de processos é essencial e para isso toda a equipe deve estar em constante aprendizado em busca de crescimento e melhorias, para isso ele acredita que premiações pelo desempenho e alcance de metas e criação de indicadores para esse processo sejam excelentes ferramentas, dessa forma o processo poderia ser dividido em equipes na qual cada uma faria identificação de sua atividades, surgimento de problemas e possíveis soluções (ARANTES, 2008).

2.4.1.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Este princípio baseia-se no equilíbrio entre as atividades de fluxo (que não agregam valor) e as atividades de conversão (que agregam valor) uma vez que as duas possuem potencial diferente. Segundo Koskela as atividades de fluxo melhores necessitam de menor capacidade de conversão e assim menos investimento, já as atividades de fluxo mais controlados facilitam a utilização de novas tecnologias na conversão na qual podem produzir menor variabilidade ocasionando em benefícios ao fluxo. Sendo assim a necessidade que haja equilíbrio entre elas (ARANTES; COSTA, 2008).

2.4.1.11 Fazer *Benchmarking*

Segundo Koskela (1992) diferente das conversões, os mais adequados processos de fluxos não são comercializados e devem ser adquiridos por conta própria. O *benchmarking* é um estímulo útil para alcançar melhorias revolucionárias por meio de reconfiguração de processos, ele consiste em uma constante aprendizagem, adquirido através de experiências, de falhas, erros, fracassos avaliando os pontos fortes e fracos dos subprocessos, copiando, modificando, melhorando e aperfeiçoando-se até alcançar a superioridade.

Para além destes princípios, Koskela (2004) sugere um novo desperdício para além dos sete tradicionais do *Lean Thinking*. Trata-se de uma singularidade que têm muito a ver com o desenvolvimento que a *Lean Construction* tem tido. Este desperdício está relacionado com as situações em que uma tarefa é iniciada sem todos os inputs necessários ou mesmo se a sua execução prossegue na ausência de uma dessas contribuições chave. A este desperdício o investigador chamou-lhe de *making-do*, e considera que este é provavelmente um dos mais usuais da indústria da construção, pois a visão tradicional nitidamente negligencia-o (ARANTES; COSTA, 2008).

Em 2003 Picchi constrói uma tabela fazendo um comparativo entre o cinco princípios do Pensamento Enxuto de Womack; Jones (1998) e elementos fundamentais e os onze princípios da Construção Enxuta criados por Koskela (1992) como demonstrado abaixo:

QUADRO 2 – Comparativo entre os princípios do *Lean Thinking* e os princípios da *Lean Construction*

Cinco Princípios Pensamento Enxuto (Womack; Jones, 1998)	Elementos Fundamentais	Onze princípios Construção Enxuta Koskela (1992)	
		Nível 1	Nível 2
Valor	Pacote produto/ serviço de valor ampliado	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	

	Redução de <i>lead times</i>	Reduzir o tempo de ciclo	
Fluxo de Valor	Alta agregação de valor na empresa estendida	Reduzir a parcela de atividades que não acrescentam valor	Simplificar através da redução do número de passos ou partes Focar o controle no processo global Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões
Fluxo Contínuo	Produção em fluxo		Reduzir a variabilidade
	Trabalho padronizado		Aumentar a transparência do processo
Puxar	Produção e entrega <i>Just in time</i>	Aumentar a flexibilidade de saída	
	Recursos Flexíveis		
Perfeição	Aprendizado rápido e sistematizado	Introduzir melhoria contínua no processo	Fazer <i>Benchmarking</i>
	Foco Comum		

Fonte: Adaptado de Picchi, 2003, p.13

2.4.2 Ferramentas da *Lean Construction*

A *Lean Construction* utiliza-se de algumas ferramentas essenciais para a eficiência do seu processo, dentre elas algumas se destacam como: *Kanban*, Mapeamento do fluxo de valor, 5S, Gestão Visual e *Last Planner System* que são de mais fácil compreensão e estão mais ligados à construção civil.

QUADRO 3 – Ferramentas da Lean Construction

Ferramentas	Metas
<i>Kanban</i>	Redução de estoques Puxar materiais de acordo com pedidos
Mapeamento do fluxo de valor	Identificação de falhas através da visão global do processo. Eliminação das atividades que não agregam valor
Cinco S	Organização e limpeza no local de trabalho Melhores condições de trabalho
Gestão visual	Maior interação da equipe nos processos de construção

<i>Last planner</i>	Revisão dos processos Maior credibilidade
---------------------	--

Fonte: Autor (2019)

2.4.2.1 Kanban (cartão)

A idéia da ferramenta *Kanban* é a utilização de cartões para controle de liberação de atividades ou retiradas de materiais a serem utilizados tornando viável a produção Just in time para isso tem grande ligação com o método “puxar” na qual a produção acontece mediante a procura e o ritmo determinado pelos *Kanbans* (ARANTES, 2008).

2.4.2.2 Mapeamento do fluxo de valor

Segundo Arantes (2008) o mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta de fácil aplicabilidade e de grande importância para melhorar os processos produtivos, pois ajuda na identificação de falhas durante as etapas permitindo a planejamento de melhorias para eliminação das atividades que não agregam valor reduzindo os desperdícios. O MFV permite uma visão global de todo o processo pelo qual o produto passa até chegar ao fornecedor.

2.4.2.3 Cinco S (5S)

As cinco palavras japonesas iniciadas por S: *Seire*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* traduzidos para o português significam Utilização, ordenação, limpeza, saúde e autodisciplina surgem como ferramenta da *Lean Construction* para uma adequada organização dos materiais mediante sua classificação, proporcionando um ambiente mais agradável e seguro, melhorando as condições de trabalho e eliminando desperdícios (VANSAN; LANGARO, 2013).

2.4.2.4 Gestão Visual

Segundo Arantes, (2008) a visão é o sentido mais utilizado pelo ser humano e devido a utilização desse sentido aparece a ferramenta de Gestão visual que consiste em deixar visíveis as atividades a serem realizadas para uma maior memorização.

A finalidade da Gestão visual é que todos possam ver os problemas, ações, metas e desempenhos de todo o processo, permitindo o acompanhamento do andamento da produção e melhoria no gerenciamento do sistema (WOMACK; JONES, 1998 apud VANSAN; LANGARO, 2013, p.31).

2.4.2.5 Last Planner System

Segundo Costa; Arantes (2008) o *Last Planner System* (Último sistema planejador) é uma ferramenta criada para controle de produção em estaleiros da construção. Essa ferramenta é utilizada na intenção de um ultimo planejador verificar todas as atividades que estão sendo executadas ou ainda serão, fazendo com que as atividades aconteçam sem perturbações e trazendo maior credibilidade do fluxo de trabalho.

2.5 Metodologia de Pesquisa

Trata-se de uma pesquisa descritiva em caráter qualitativo e exploratório, buscando descrever e informar sobre o sistema *Lean Construction* (Construção enxuta) trazendo informações quanto seus princípios e ferramentas na busca de melhorias para a construção civil, eliminando desperdícios existentes e investindo em atividades que agregam valores. Para isso o trabalho baseou-se e utilizou informações e dados adquiridos em artigos científicos, seminários, dissertações e publicações, além materiais informativos adquiridos na internet em páginas como Google acadêmico e livros adquiridos na biblioteca do Centro Universitário Unifacig.

Foram usadas palavras chave como: construção enxuta, pensamento enxuto, produção enxuta, construção civil e desperdícios.

2.6 Discussão e Resultados

A construção civil assim como as demais áreas existentes no nosso meio possui falhas em seu sistema de produção e que acabaram fazendo parte do dia a dia desse processo. O sistema *Lean Construction* é construído para evitar que essas falhas aconteçam de forma a reduzir o número de atividades que não agregam valor, reduzindo os desperdícios e prejuízos existentes. Para que isso aconteça o pensamento *Lean* é adaptado para as construções de forma que todos os fluxos de atividades sejam analisados para a identificação de falhas permitindo a elaboração de melhorias em busca de qualidade e perfeição.

2.6.1 Sistema Tradicional x Lean Construction

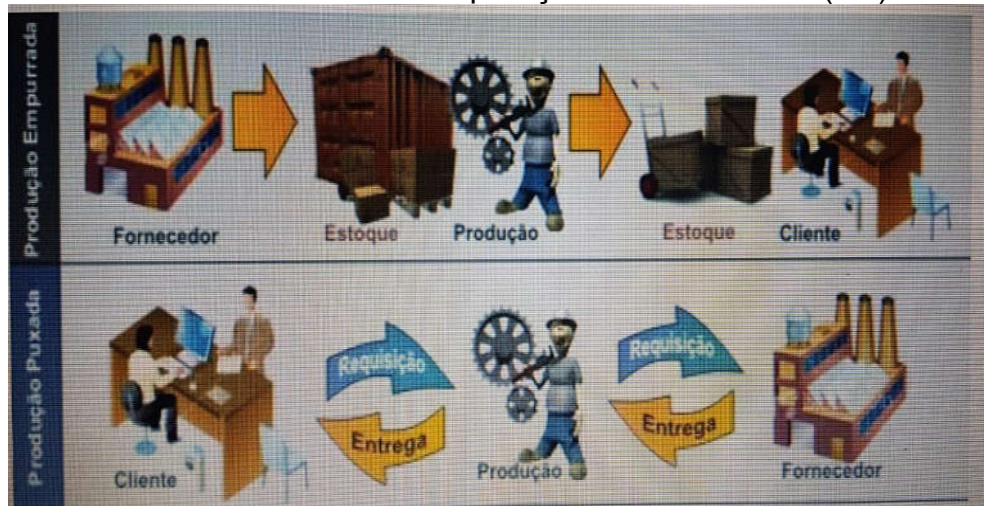
Como informado o Sistema Lean procura identificar os desperdícios existentes em todas as atividades realizadas do início ao fim do processo, propondo possíveis soluções para amenizar ou até mesmo acabar com esses desperdícios. Abaixo são apresentadas algumas das principais perdas encontradas no sistema das construções tradicionais e a atuação da *Lean Construction* em meio a esse sistema.

Na opinião de Ribeiro (2015) existem diversos tipos de desperdícios na construção civil tradicional que podem ser caracterizados da seguinte forma:

- Desperdício por produtos defeituosos – produtos recebidos sem verificação adequada e que não possuem qualidade necessária para o uso.
- Desperdício por superprodução – excesso de produção, quantidade maior que o necessário de materiais ou produtos.
- Desperdício por transporte - ocorre pela falta de planejamento no canteiro de obras, resultando na necessidade de transportes desnecessários.
- Desperdício por movimento improdutivo – ações que não agregam valor á determinada atividade
- Desperdício por processo – ocorre por processos longos que poderiam ser executados por fluxos mais diretos e sem perda de qualidade
- Desperdício por tempo de espera – ocorre através de atrasos na entrega de serviços e materiais não sendo possível a execução de algumas atividades.
- Desperdício por excesso de estoque – ocorre quando a compra exagerada de produtos que ficam parados sem utilidade.
- Desperdício por ociosidade – ocorre através de pausas desnecessárias ou sem justificativa nos serviços, para bate- papo, fumar, cochilar entre outras atividades fora do horário apropriado.

Segundo Alencar (2012) o *Just in time* (JIT) é um sistema do pensamento *Lean* que ajudaria na redução desses desperdícios uma vez que os produtos seriam produzidos na hora certa à medida que fossem solicitados, evitando estoque e sendo entregues no tempo certo com qualidade necessária, como demonstrado na imagem abaixo.

FIGURA 6 – Modelo de aplicação do *Just in Time* (JIT)



Fonte: Alencar (2012)

Na opinião de Alencar (2012) esse sistema não é algo que funcione da noite para o dia, mas oferece grandes benefícios ao processo de construção, além de poder ser complementado pela ferramenta *Kaizen* que busca aperfeiçoamento e engloba aspectos como: zero defeito, estoques zero, movimentação zero, quebra zero e lote unitário (uma peça de cada vez) proporcionando qualidade maior aos produtos e serviços realizados.

A utilização de ferramentas como *5S*, *kanban*, gestão visual, *Poka Yoke*, *Jidoka* e mapeamento do fluxo de valor também contribuem e muito para a redução ou até mesmo eliminação das perdas existentes na construção civil, todas essas ferramentas foram criadas de maneira a planejar as atividades a serem realizadas, buscando evitar as possíveis falhas que possam vir a aparecer ou identificá-las a tempo de forma que evite perdas futuras.

A aplicação do sistema *Lean* na construção necessita de paciência e muito trabalho, não é algo que acontece da noite para o dia, mas que gera grandes benefícios quando aplicados de forma correta. Alguns autores em seus trabalhos demonstram vantagens do sistema *Lean Construction* quando aplicados de forma correta e que simples mudanças podem contribuir em grandes melhorias na produção.

Segundo Arantes (2008) é necessário que alguns dados e características da empresa sejam levantados antes que o sistema possa ser aplicado, e que a empresa esteja disposta a mudar e aprender. Seguindo desse princípio a autoria destaca algumas informações que precisam ser observadas como tempo de atuação no mercado, qual a especialização no setor da construção, número de trabalhadores efetivos, organograma da empresa e relatórios da atividade nos últimos anos. Arantes ainda completa a necessidade de coleta de dados que permitam saber quais princípios e ferramentas do sistema *Lean Construction* já são utilizados pela

empresa e assim verificar quais necessitam de mudanças, quais precisam apenas de algumas melhorias e quais podem continuar sendo utilizadas sem alteração.

Os princípios e ferramentas da *Lean Construction* podem ser aplicados nas mais diversas etapas que constituem a produção na construção (obra), desde fornecedores adotando a metodologia das entregas Just- in-time, a planejamento, controle e orçamentação, à fase de estaleiro (com células de produção por exemplo) (ARANTES; COSTA, 2008).

Segundo Carmo (2014) com a aplicação do 5S em um empreendimento localizado no Distrito Federal foi possível a redução do almoxarifado em 50%, primeiramente foi realizado treinamento com os colaboradores para que os mesmos pudessem entender todo o processo, após treinamento houve mudanças através da identificação de espaços vazios entre as prateleiras, elaboração de layout para identificação e localização das prateleiras das seções de matérias o que proporcionou agilidade no trabalho permitindo que até mesmo outras pessoas que não estavam diretamente ligadas a esse processo, caso necessário poderiam localizar com facilidade os itens desejados.

A utilização de *Kanbans* para retirada de materiais permitiu que os responsáveis pelas separações dos mesmos pudessem se programar evitando filas, movimentação desnecessária dos colaboradores e com isso ganho em tempo e maior controle do almoxarifado (CARMO, 2014).

Segundo Pires (2015) em relatos da empresa C. Rolim Engenharia no ano de 2004 ao aplicar alguns princípios e ferramentas *Lean Construction* na empresa verificou-se a viabilidade do sistema *Lean* apresentando alguns benéficos qualitativos e quantitativos, dentre os quais pode-se destacar:

- Redução dos custos com mão de obra x aumento dos salários;
- Redução das interrupções no fluxo de processos;
- Aumento da eficiência dos processos, redução de 4% do custo direto;
- Aumento de 20% no lucro;
- Redução do custo com manutenção de 1% para cada 0,75% do custo direto;
- Redução do efetivo em obra em 25%;
- Minimização de distancias entre armazenamento de materiais e locais de aplicação (fluxo físico) em cerca de 70%;
- Redução de retrabalho e desperdícios de materiais etc.

As vantagens e benefícios adquiridos com a implantação do sistema *Lean Construction* são relativos e variam de acordo com cada empresa, como citado acima, varia de acordo com o tamanho da empresa, especialização, quantidade de funcionários efetivos, se a empresa já utiliza de alguns princípios e ferramentas mesmo que sem conhecimento, mas é notável que aplicação do sistema é viável e vantajoso em todas as áreas de aplicação.

3 – CONCLUSÕES

O Sistema *Lean* independente da área de aplicação seja no sistema de produção ou construção tem por finalidade a identificação de desperdícios em todas as etapas do processo na busca de eliminar ou simplesmente reduzir os mesmos e investir em melhorias nas atividades que agregam valor no processo em execução.

A *Lean Construction* baseada no sistema *Lean Production* é inserida no processo de construção civil na busca de trazer benefícios e economia em materiais, tempo, valores e qualidade no trabalho realizado.

Este trabalho buscou apresentar um pouco do pensamento Lean e sua inserção no ramo da construção civil, identificando algumas dificuldades para introdução desse sistema, sendo a falta de informações um dos principais entraves para que sua aplicação aconteça, tendo por finalidade a apresentação de um breve conhecimento sobre os princípios e ferramentas da *Lean Construction* e as grandes melhorias que esse sistema pode proporcionar na tentativa de mostrar ao leitor que todo sistema existente é apto a melhorias de fácil aplicação, mas que muitas vezes acreditamos não estar ao nosso alcance.

4 – REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. B. S. **Controle de estoque e Just in time**. 2012. Fortaleza: Campus do Pici – CE. Disponível em <<https://petcivil.ufc.br/portal/wp-content/uploads/2012/02/Lean-Cosntruction-v1.pdf>>. Acesso em 07 Setembro 2019

ARANTES, P. F. **Lean Construction – filosofia e metodologias**. 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008. Acesso em 07 de Setembro de 2019

ARANTES, P. F.; COSTA, J. M. da. **Lean Construction**. Porto: GESCON, 2008. Disponível em <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/70263/2/65990.pdf>>. Acesso em: 07 Setembro 2019

CARMO, B. S. M. do. **Lean Construction: Estudo de caso sobre a aplicação de ferramentas para redução de desperdícios em empreendimento de construção civil**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ucb.br/jspui/handle/10869/5340>>. Acesso em: 7 Setembro 2019

Como representar a espessura das paredes em desenho técnico. EW7, 2014. <<http://ew7.com.br/projeto-arquitetonico-com-autocad/index.php/tutoriais-e-dicas/97-como-representar-a-espessura-das-paredes-em-desenho-tecnico.html>>. Acesso em: 7 Setembro 2019

COSTA, J. D. da. **Aplicação na construção civil de técnicas e ferramentas de planejamento e controle, baseados no conceito da construção enxuta**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018407.pdf>>. Acesso em: 7 Setembro 2019

Divisórias de Gesso Acartonado. IP Forros e Divisórias. Disponível em: <<http://www.divisoriasipanema.com/divisorias-de-gesso-acartonado/#prettyPhoto>>. Acesso em: 23 Setembro 2019.

FORMOSO, C. T. (2000) - **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos**. NORIE/UFRGS. Rio Grande do Sul Disponível em

<<https://www.leansixsigma.com.br/acervo/2011520.PDF>>. Acesso em: 23 Setembro 2019

FONTANINI, P. S. P (2009) – **Análise do impacto potencial da aplicação dos princípios da mentalidade enxuta nos indicadores de desempenho da cadeia de suprimentos da construção civil a partir de simulação.** Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258137/1/Fontanini_PatriciaStellaPucharelli_D.pdf>. Acesso em: 25 de Setembro de 2019.

KOSKELA, L. ***Application of the new production philosophy to construction.*** California: Stanford University, California. 1992. Disponível em: <<http://www.leanconstruction.org.uk/media/docs/Koskela-TR72.pdf>>. Acesso em: 25 Setembro 2019

PICCHI, F. A. **Oportunidade da aplicação do *Lean Thinking* na construção.** Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3439>>. Acesso em: 25 Setembro 2019

PIRES, I. L. A. (2015) - **Análise da viabilidade da implantação do sistema construtivo “*Lean Construction*”.**

RIBEIRO, R. C. A (2015) – **A filosofia *Lean Construction*, ferramentas e aplicabilidade.** Goiânia: Instituto de Pós Graduação – IPOG. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n10-2015/a-filosofia-lean-construction-suas-ferramentas-e-aplicabilidade/>>. Acesso em: 26 de Setembro de 2019

VANSAN, A. P.; LANGARO, E. A. (2013) – **Ferramentas Lean aplicadas às empresas de construção civil classificadas no modelo LCR.** Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/848/1/PB_COECI_2012_2_02.pdf>. Acesso em: 26 de Setembro de 2019

WIGINESCKI, B. B. (2009) – **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo: Um estudo de caso.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24493/Wiginescki_Dissertacao_2009.pdf?sequence=1>. Acesso em: 4 de Novembro de 2019.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas.** 5. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. Disponível em <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=a26Bw1PE3_AC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Womack,+James.P.,+Jones,+Daniel.T.+A+mentalidade+enxuta+nas+empresas+%E2%80%93+Elimine+o+desperd%C3%ADcio+e+crie+riquezas&ots=outCrGjoZL&sig=AmU8nCjLSDa-qvIk8rUit0yHgg#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 26 Setembro 2019

ZOUTO, C. B. D. **Introdução dos princípios da filosofia de Construção Enxuta em construtoras de Santa Maria – RS.** <<https://docplayer.com.br/75386238->



Introducao-dos-principios-da-filosofia-de-construcao-enxuta-em-construtoras-de-santa-maria-rs.html>. Acesso em: 25 de Setembro de 2019