UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA AMBROZIM SILVEIRA

LEAN CONSTRUCTION: VERIFICAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS EM OBRAS VERTICAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SP

CAMPO MOURÃO

2017

BRUNA AMBROZIM SILVEIRA

LEAN CONSTRUCTION: VERIFICAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS EM OBRAS VERTICAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SP

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientadora: Profª. Drª. Tanatiana Ferreira Guelbert

CAMPO MOURÃO

2017

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

***LEAN CONSTRUCTION:* VERIFICAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS EM OBRAS VERTICAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - SP**

por

Bruna Ambrozim Silveira

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 16h do dia 23 de Novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta

(UTFPR)

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

(UTFPR)

Profª. Drª. Tanatiana Ferreira Guelbert

(UTFPR)

Orientadora

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Ronaldo Rigobello

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

A minha orientadora Profa. Dra. Tanatiana Ferreira Guelbert, pelo suporte na execução desse trabalho e nos desafios pessoais e pelas suas correções e incentivos.

Aos demais professores da UTFPR que fizeram parte da minha graduação.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu noivo Guilherme Augusto Belintani por sempre estar ao meu lado e me incentivar a oferecer o melhor de mim.

E por fim, a todos que não foram citados diretamente, mas que contribuíram de forma direta ou indireta para a minha formação acadêmica.

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo verificar se as práticas Lean Construction são aplicadas total ou parcialmente em empreendimentos ligados ao setor na construção civil, na cidade de São Paulo - SP. Este trabalho tem abordagem qualitativa, com propósitos exploratório e descritivo, utilizando o procedimento de Estudo de Casos múltiplos. Para a realização deste trabalho, foram analisadas duas empresas com sede em São Paulo capital, denominadas Empresa A e Empresa B. Para a verificação das práticas da filosofia Lean Construction nas empresas A e B, foram realizadas entrevistas com os diretores técnicos, gestores e operários, utilizando um questionário contendo os onze princípios do Lean Construction proposto por Koskela (1992). Com a realização deste estudo, observou-se que mesmo sem conhecimento pleno dos princípios do Lean Construction, algumas práticas são realizadas em conformidade com a filosofia, no entanto evidenciou-se que há a necessidade de disseminação dos conceitos desta filosofia para ser aplicada com mais eficiência no mercado.

Palavras-chave: *Lean Construction*. *Lean Thinking*. Sistema Toyota de Produção. Construção Civil.

ABSTRACT

The present study aims to verify if the Lean Construction practices are applied totally or partially in projects related to the civil construction sector, in the city of São Paulo - SP. This work has a qualitative approach, for exploratory and descriptive purposes, using the Multiple Case Study procedure. In order to carry out this work, two companies with headquarters in São Paulo - SP, Company A and Company B, were analyzed. For the verification of the practices of the philosophy Lean Construction in companies A and B, interviews were conducted with the technical directors, managers and workers, using a questionnaire containing the eleven principles of Lean Construction proposed by Koskela (1992). With the realization of this study, it was observed that even without full knowledge of the principles of Lean Construction, some practices are carried out in accordance with the philosophy, however it was evidenced that there is a need to disseminate the concepts of this philosophy to be applied with more efficiency in the market.

Keywords: Lean Construction. Lean Thinking. Toyota Production System. Civil Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Variação do PIB Brasil e Construção Civil. 13
Figura 2 – A estrutura do Sistema Toyota de Produção. 19
Figura 3 – Modelo de processo na visão tradicional. 25
Figura 4 – Modelo de processo da Construção Enxuta. 25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Saldo do Emprego Formal na Construção Civil.....13
Quadro 2 – Funções do *Kanban*. 21
Quadro 3 – Comparação da Mentalidade Enxuta, Elementos Fundamentais e Construção Enxuta. 31
Quadro 4 – Comparativo entre as empresas A e B.....40

LISTA DE SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PAC	Programa de Aceleramento de Crescimento
PIB	Produto Interno Bruto
STP	Sistema Toyota de Produção
JIT	*Just-in-Time*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **10**
2 OBJETIVOS **12**
2.1 Objetivo Geral **12**
2.2 Objetivos Específicos **12**
2.3 Justificativa **12**
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **14**
3.1 Produção Artesanal **14**
3.2 Processo Industrial e Produção em Massa **15**
3.3 Sistema Toyota de Produção **17**
3.3.1 *Just-in-Time* 20
3.3.2 Autonomação (*Jidoka*) 21
3.3.3 *Lean Thinking* 22
3.4 *Lean Construction* **24**
3.4.1 Implementação do *Lean Construction* 30
4 METODOLOGIA DE PESQUISA **32**
4.1 Caracterização do Tipo de Pesquisa **32**
4.2 Descrição das Etapas, Técnicas e Ferramentas Utilizadas **32**
5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS **34**
5.1 Estudo de Caso da Empresa A **34**
5.2 Estudo de Caso da Empresa B **37**
5.3 Comparativo Entre as Empresas A e B **40**
6 CONCLUSÃO **44**
REFERÊNCIAS **46**

1 INTRODUÇÃO

O segmento da construção civil como um todo é significativo na economia do país, pois este setor consome produtos industrializados, tais como matérias primas e equipamentos, além de serviços que são essenciais em sua cadeia produtiva.

Para Sarcinelli (2008), a construção civil sempre foi alvo de críticas devido ao alto custo e baixa produtividade, caracterizando um setor com processos obsoletos, improdutivos e geradores de desperdício. Dentre os fatores que contribuem para essas características estão o processo produtivo deste setor possuir uma grande variedade de materiais provenientes de diversas fontes e a mão-de-obra pouco qualificada.

Com esse cenário, a indústria da construção civil, caracterizada pelo elevado percentual de desperdício, teve que buscar otimizar seus produtos e processos racionalizando o sistema construtivo para evitar perdas por falta de planejamento e gerenciamento, mão-de-obra desqualificada e baixa produtividade.

Segundo Villar (2005), estas mudanças ocorreram principalmente no setor de manutenção e na conquista de novos clientes.

Lorenzon e Martins (2006) afirmam que a partir de 1990 a construção civil sofreu mudanças devido ao crescente grau de competição entre as empresas do setor. Estas passaram a buscarem melhores desempenhos na gestão e na produção a fim de atender o aumento no nível de exigência dos consumidores, a escassez de recursos financeiros, entre outros fatores.

De acordo com Koskela (1992), muitas soluções foram oferecidas para aliviar esses problemas quanto ao setor da construção civil, dentre elas está a industrialização, representada pelos pré-moldados, e a integração da informática como *softwares* que ajudam na gestão, produção e execução dos projetos. O autor defende que ambas soluções, industrialização e integração da informática, foram baseadas na manufatura e que com o advento do Sistema Toyota de Produção, na qual repensa o processo de manufatura Fordista e Taylorista, podem ser encontradas soluções para os pontos fracos da construção civil.

Com essa novidade em mente, o professor e pesquisador finlandês Lauri Koskela publicou o trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* em 1992, sendo o marco da criação do *Lean Construction*.

Nesse sentido, o presente estudo objetiva verificar se as práticas *Lean Construction* estão sendo utilizadas e como os conceitos estão sendo aplicados em duas empresas de obras verticais localizadas no município de São Paulo (SP).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral verificar se as práticas e métodos do sistema *Lean Construction* ou parte dele são aplicados em canteiros de obras verticais localizadas no município de São Paulo e identificar a relação dos benefícios e prejuízos que este sistema proporciona às organizações.

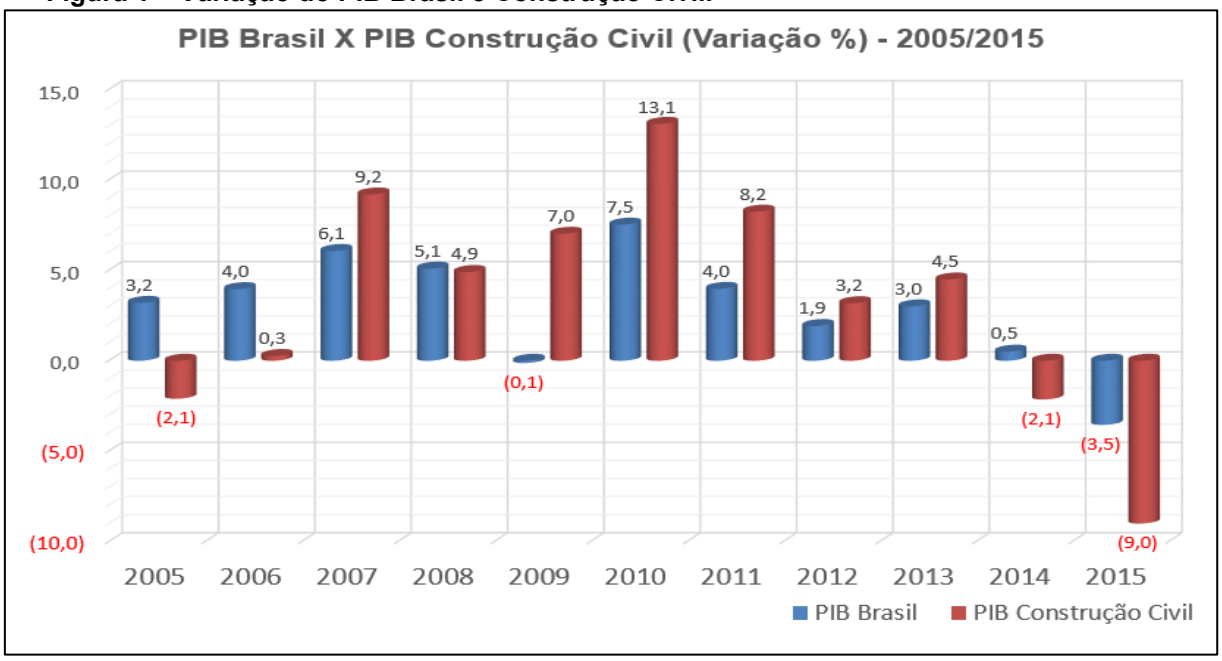
2.2 Objetivos Específicos

- Conhecer as técnicas e métodos utilizados no *Lean Construction* para a sua aplicação;
- Pesquisar por meio de literatura disponível os conceitos do *Lean Construction*;
- Avaliar por meio de uma pesquisa de campo, se os onze princípios *Lean Construction* são aplicados em duas empresas de construção civil no município de São Paulo – SP;
- Coletar informações dos processos utilizados nas empresas e identificar soluções para melhorias com base na filosofia *Lean*;
- Identificação dos fatores que impedem ou interferem na aplicação no *Lean Construction*.

2.3 Justificativa

Nota-se que a partir de 2011 com o acordo do Brasil em sediar a Copa do Mundo e as Olímpiadas, além da política econômica implementada principalmente com o Pacote de Aceleramento de Crescimento (PAC), o setor de construção civil cresceu em disparada devido a demanda e oportunidades geradas a partir dessas necessidades, porém o cenário muda com a chegada da crise financeira em 2014, como mostra a Figura 1, onde compara o PIB do Brasil com o PIB do Setor da Construção Civil no Brasil:

Figura 1 – Variação do PIB Brasil e Construção Civil.



FONTE: IBGE – Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais.

Elaboração: Banco de Dados – CBIC (2017)

Uma característica da construção civil é sua capacidade de geração de emprego, entretanto observa-se uma queda significativa na empregabilidade do setor, como mostra o Quadro 1:

Quadro 1 – Saldo do Emprego Formal na Construção Civil.

Saldo do Emprego Formal na Construção Civil			
Ano	**Saldo**	**Ano**	**Saldo**
2007	130.747	**2012**	156.875
2008	243.889	**2013**	104.527
2009	236.862	**2014**	-109.019
2010	347.730	**2015**	-419.689
2011	235.922	**2016**	-361.901

Fonte: Banco de dados – CBIC (2017)

O setor de construção civil está passando por um período turbulento da economia brasileira e, para sobreviver nesse mercado competitivo, as empresas procuram novas tecnologias e ferramentas para melhorar sua produção e eficiência. É neste cenário que os conceitos de *Lean Construction* despontam como uma opção, pois é um método de gerenciamento de produção flexível, que pode se tornar ideal para que as empresas estejam preparadas para enfrentar este tipo de cenário.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Produção Artesanal

A Produção Artesanal se baseia em trabalhadores altamente qualificados e em ferramentas simples, mas flexíveis, para produzir (e às vezes para projetar) o que o cliente final deseja (WOMACK *et al*., 1992).

Ainda de acordo com Womack *et al.* (1992), a produção artesanal apresentava as seguintes características:

- A força de trabalho era qualificada em todas as etapas da produção: projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento.
- Os trabalhadores eram, em sua maioria, empreendedores autônomos trabalhando em suas próprias oficinas.
- As organizações eram extremamente descentralizadas, ainda que concentradas numa só cidade, pois a maioria das peças provinham de pequenas oficinas.
- O sistema era coordenado por um proprietário/empresário, em contato direto com todos os envolvidos: clientes finais, empregados e fornecedores.
- O volume de produção era bem reduzido, entretanto mesmo entre estas poucas unidades, não haviam dois produtos que fossem idênticos, pois as técnicas artesanais produziam, por sua própria natureza, variações.

Bruna (1976 *apud* RIBEIRO, 2002, p.6) destaca que:

> A evolução do artesanato foi promovida pela criatividade, capacidade, habilidade, experiência e eficiência pessoal. A experiência individual acumulada é transmitida de pai para filho gerando as técnicas e com o passar dos tempos, apurando-as. A eficiência individual do artífice e dos seus aprendizes determinam o volume da produção.

Na produção artesanal, o produto é feito sob encomenda atendendo aos desejos do cliente, com isso define um mercado competitivo e na intenção de sobreviver à concorrência, os artesãos se associaram formando as primeiras corporações, nas quais admitem aqueles que provam sua capacidade profissional. Para manter a organização nas corporações foram estabelecidos normas e padrões, caracterizando a produção atual (RIBEIRO, 2002).

Já na área de construção civil no Brasil, são observados processos artesanais executados por mão de obra não qualificada nas obras de pequeno porte, isso ocorre porque a maior parte desse tipo de edificações é construída por empreiteiros contratados pelo proprietário da obra, geralmente havendo pouco investimento em equipamentos e a inexistência de planejamento para a execução do empreendimento.

3.2 Processo Industrial e Produção em Massa

A produção industrial moderna foi desenvolvida na Revolução Industrial que ocorreu durante os séculos XVIII e XIX com o advento de máquinas e a criação de fábricas. Frederick Winslow Taylor, engenheiro mecânico norte-americano, foi o primeiro a aplicar princípios científicos à manufatura, seu sistema se baseava na separação entre planejamento e produção, um sistema hierarquizado e sistemático no qual os trabalhadores, divididos em setores, se especializavam em apenas uma função específica para cada grupo (DENNIS, 2008).

Filho (2010) opina que o conceito de produção em massa fez com que as necessidades individualizadas dos clientes fossem esquecidas, uma vez que todos os produtos eram idênticos, em contraste com a personalização única da produção artesanal. Entretanto a competição oriunda da Revolução Industrial contribuiu para que as organizações buscassem novas estratégias para solucionar suas crises, manter ou aumentar participação no mercado.

Para Dennis (2008) a produção em massa tradicional tinha seus pontos fracos, os quais impediram seu progresso:

- Relação trabalhador x empresa – Por ser um sistema hierarquizado, a relação entre os funcionários do chão de fábrica e a gerência eram mínimas, além da submissão dos funcionários às várias horas de trabalho a qual o sistema pregava, havendo muitas reinvindicações dos sindicatos.
- Qualidade do produto – O sistema tinha como foco a produção alta no menor tempo, portanto não tinha espaço para a qualidade e, juntamente com a péssima comunicação entre funcionários e gerência, não havia o envolvimento na organização do trabalho.
- Superprodução – A produção em lote gerou a mentalidade “pôr a máquina para funcionar”, o objetivo era deixar as máquinas trabalhando a todo custo e produzindo um estoque mesmo não havendo clientes para comprá-los, com isso

gerava muitas reproduções de erros, pois evitava-se a parada de linha caso a máquina apresentasse alguma anormalidade vista como pequena.

- Atraso no projeto – Assim como era dividido o trabalho no chão de fábrica, o trabalho dos engenheiros também o era. Por ter essa característica de especialização e falta de comunicação, os engenheiros já não possuíam uma boa comunicação para a realização do projeto e quanto mais os produtos se tornavam complexos, mais se ramificava em inúmeras especialidades dificultando mais ainda a comunicação dos engenheiros e provocando a demora para que um produto fosse do projeto à produção.

Diferentemente do método artesanal, na qual o artesão realiza todas as etapas da produção, no método industrial cada funcionário realiza algumas atividades ou até mesmo uma única atividade na qual se especializa, portanto as operações eram repetitivas. Com isso, dois aspectos se tornaram importantes: continuidade da produção e produtividade. As operações devem ser pré-determinadas e a produção dimensionada para não haver parada de linha (RIBEIRO, 2002).

Blachere (1977 *apud* RIBEIRO, 2002, p. 3) define que o método industrial é baseado essencialmente em processos repetitivos, no qual substitui a variabilidade de cada fase de trabalho do método artesanal por graus pré-determinados de uniformidade.

De acordo com Souza (1990 *apud* VILLAR, 2005, p.1) a base da industrialização é a otimização dos recursos materiais, humanos e organizacionais empregados no processo construtivo. Em consequência da modernização tecnológica no setor de edificações foi observado que esta está orientada por quatro diretrizes básicas: racionalização e integração de projetos, racionalização dos processos de fabricação de materiais e componentes, racionalização dos processos construtivos tradicionais e modernização organizacional e gerencial. Sendo assim verifica-se que a racionalização e a industrialização estão interligadas.

Para Ribeiro (2002), o método industrial articula-se em três fases principais, são elas:

- Concepção – Pesquisa pura e aplicada na qual definem o objeto da produção.
- Produção – Engenharia de processo juntamente com pesquisas operacionais e tecnológicas na qual definem o processo de produção.

- Consumo – Engenharia de manutenção que definem o desempenho e durabilidade do produto.

Na construção civil o produto é único e realizado num processo específico, não repetitivo, e de acordo com Ribeiro (2002), não há como aplicar séries de produção, porém é válida a mecanização e o uso de outros instrumentos de industrialização.

Ribeiro (2002) afirma que a construção industrializada é caracterizada por procedimentos baseados em componentes de fábrica e produzidos em série com a finalidade de tornar o processo construtivo mais rápido, reduzindo as operações no canteiro de obra.

Villar (2005) destaca a definição de industrialização da construção apresentada pelo *Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y Del Cemento*, segundo o qual diz que a "industrialização da construção é o emprego, de forma racional e mecanizada, de materiais, meios de transporte e técnicas construtivas, para se conseguir uma maior produtividade"

3.3 Sistema Toyota de Produção

A crise econômica no Japão em 1974, oriunda da crise do petróleo em 1973, parecia não afetar a *Toyota Motor Company*. A explicação para este ocorrido está no sistema de produção adotado pela empresa de Kiichiro Toyoda, criado pelo engenheiro japonês Taiichi Ohno.

Com a deflagração da Guerra da Coréia em junho de 1950, a indústria japonesa acelerou sua produção, e com isso percebeu-se que o modelo de produção tradicional americano não conseguia atender as necessidades da indústria (OHNO, 1997).

Neste mesmo ano, Eiji Toyoda, primo de Kiichiro Toyoda, visitou a fábrica Rouge da Ford em Detroit com a finalidade de se estudar como era feito o processo de produção e como poderia ser aplicado na *Toyota Motor Company*, empresa de sua família na qual estava em crise desde 1935. Ao retornar ao Japão, Eiji juntamente com Taiichi Ohno, concluíram que o sistema de produção em massa adotado pela Rouge não funcionaria no Japão, porém concluíram também que existem algumas possibilidades para melhorar este sistema (DENNIS, 2008).

Assim surgiu o Sistema Toyota de Produção (STP), como uma proposta de melhoria do método que até então era usado com sucesso, no entanto apresentava limitações. Um dos pontos débeis do sistema de produção em massa era a

superprodução e a ideia de diminuir o maior tempo possível de parada de linha. Com isso surgiu uma filosofia de que a máquina não podia parar, então a réplica de erros era comum, uma vez que parar a produção para realizar a manutenção do maquinário era perda de tempo. Para contornar a parada de linha, os defeitos eram corrigidos posteriormente por funcionários especializados nesta função.

No STP, os funcionários são classificados como na produção artesanal, são multifuncionais, capazes de executar mais de uma tarefa e operar várias máquinas, ao contrário dos funcionários da produção em massa, na qual se especializavam em apenas algumas ou até mesmo uma atividade. Além disso, os funcionários são organizados em equipes responsáveis por um conjunto de tarefas (PAULA *et al.* 2011).

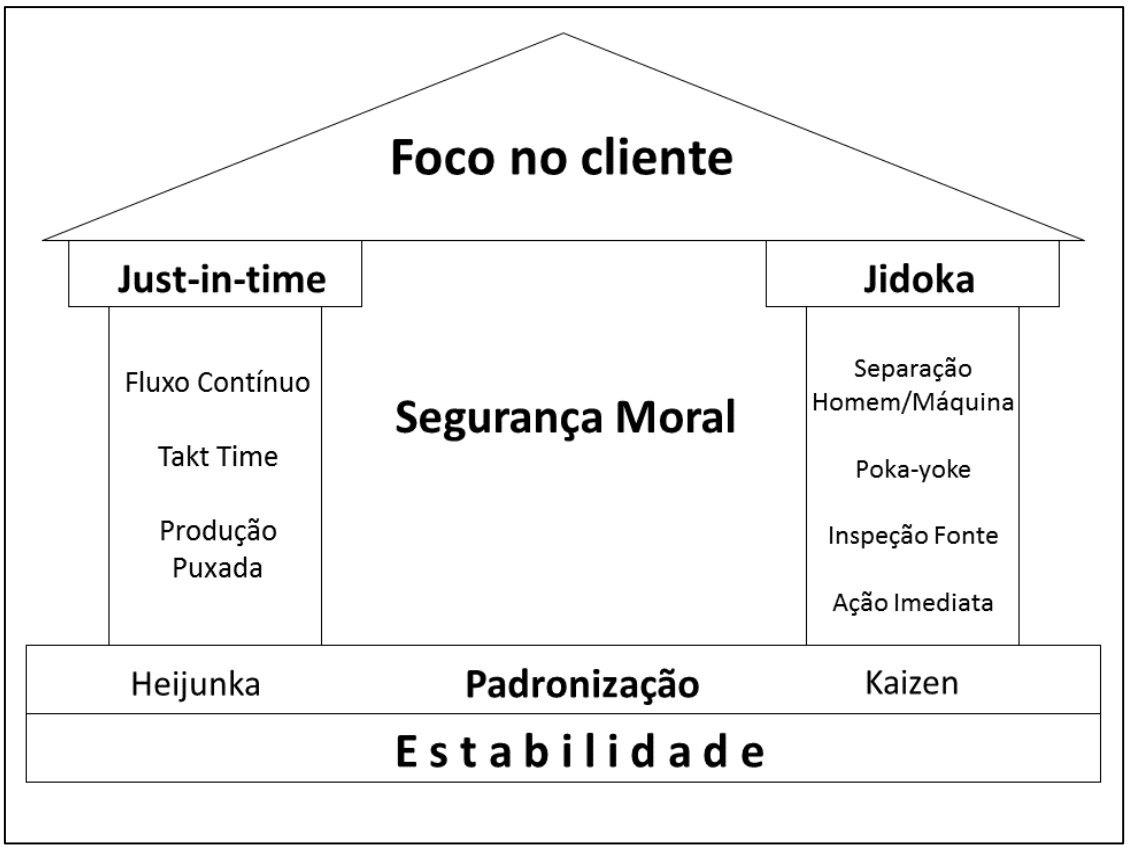
Ohno (1997) afirma que a base para o STP é a eliminação de qualquer desperdício (*muda*) e/ou atividades que não agregam valor ao produto final. O autor lista os desperdícios como:

- **Desperdício de superprodução** - Produzir em excesso ou antecipadamente, promovendo um consumo desnecessário de recursos, gerando estoques (SATO, 2012). Para Sarcinelli (2008), a produção deve ser programada para atender à demanda, produzindo exatamente o número de produtos que serão imediatamente consumidos, assim evitando a produção em excesso;
- **Desperdício por espera** – Sarcinelli (2008) define o tempo de espera como “O tempo que materiais ou produtos em processo ou processados aguardam para seguir adiante no fluxo que os levam do fornecedor ao cliente, seja interno ou externo.”. Dennis (2008), relata que a espera aumenta o *lead time*, este definido como o tempo entre o momento do pedido do cliente até o momento em que ele o recebe;
- **Desperdício em transporte** – É o desperdício diretamente ligado à ineficiência do *layout* no local de trabalho, equipamento excessivamente grande, ou produção tradicional de lotes na qual deve-se ficar transportando os materiais de um processo para o outro (DENNIS, 2008);
- **Desperdício do processamento excessivo** – Sato (2012) aponta este desperdício como etapas redundantes que podem ser geradas por baixa tecnologia ou ineficiência do operador, geração de informação sem utilidade, checagens excessivas durante o processo e obtenção de múltiplas assinaturas, entre outros;

- **Desperdício de estoque** – Estoque excessivo indicam uma programação inadequada na entrega dos materiais e/ou de erros no orçamento, podem gerar problemas relacionados à locais de para a deposição e também pode haver a falta de cuidados no armazenamento dos materiais (SARCINELLI, 2008);
- **Desperdício de movimento** – Para Dennis (2008) há tanto desperdício de movimento de caráter humano, quanto mecânico. O desperdício de movimento humano está relacionado ao projeto ergonômico do local de trabalho, que quando mal projetados afetam de forma negativa a produtividade e qualidade, além de afetar a segurança do funcionário. O desperdício de movimento mecânico se caracteriza quando máquinas sequentes de um processo estão muito distantes uma das outras;
- **Desperdício de produzir produtos defeituosos** – Sarcinelli (2008) garante que no STP, se um produto for produzido com algum defeito, o desperdício já ocorreu. “A fiscalização está delegada a todos em todos os instantes da produção.”.

O STP se sustenta em dois pilares, *Just-in-Time* e *Jidoka*, ou autonomação e pode ser resumido na Figura 2:

Figura 2 – A estrutura do Sistema Toyota de Produção.



FONTE: Adaptado de Dennis (2008)

3.3.1 *Just-in-Time*

"Just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária." (OHNO, 1997, p. 26)

Segundo Dennis (2008), a *Toyota Motor Company* introduziu o JIT como uma reação a problemas que enfrentavam na época, tais como:

- Mercados fragmentados que demandavam muitos produtos em volume baixo;
- Forte concorrência;
- Preços fixos ou em queda;
- Uma tecnologia que rapidamente mudava;
- Alto custo de capital;
- Trabalhadores capazes que exigiam maior nível de envolvimento.

Ao perceber que os métodos convencionais de gestão não funcionam para aplicação do JIT, Taiichi Ohno teve que buscar a solução na criação de um método de comunicação entre os processos que garantisse a chegada de apenas o necessário, na quantidade e no tempo necessário para o próximo processo. Este método ele denominou de *Kanban*.

Ohno (1997) descreve que a primeira regra do método *Kanban* é que o processo subsequente vai para o processo precedente para buscar produtos. Para essa regra, o autor salienta a visão retrógrada do fluxo de produção, adversamente à visão tradicional, na qual ele exemplifica:

> Na produção automotiva, o material é transformado em componente, o componente é então montado com outros numa unidade, e isto flui na direção da linha de montagem final. O material avança dos processos iniciais para os finais, formando o corpo do carro.
> Olhemos agora para este fluxo de produção na ordem inversa: um processo final vai para um processo inicial para pegar apenas o componente exigido na quantidade necessária no exato momento necessário (OHNO, 1997,p.26).

O autor acima citado alerta que a aplicação total deste método em uma empresa não é simples, pois requer a participação de todos os funcionários, tanto chão-de-fábrica quanto gerência para garantir sua funcionalidade, assim ele simplifica as funções no Quadro 2:

Quadro 2 – Funções do *Kanban.*

Funções do *Kanban*	Regras para Utilização
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar.	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo *kanban* no processo precedente.
2. Fornecer informação sobre a produção.	2. O processo inicial produz itens na quantidade e sequencia indicadas pelo *kanban*.
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um *kanban*.
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	4. Serve para afixar um *kanban* às mercadorias.
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz.	5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos.
6. Revelar problemas existentes e mantém o controle de estoques.	6. Reduzir o número de *kanbans* aumenta sua sensibilidade aos problemas.

FONTE: Ohno (1997)

3.3.2 Autonomação (*Jidoka*)

Jidoka significa criar processos livres de defeitos por fortalecer constantemente a capacidade do processo, a rapidez com que os defeitos são identificados e analisados e o *feedback*, para que contramedidas possa ser tomadas rapidamente (DENNIS, 2008).

Autonomação, ou automação com toque humano, não pode ser confundida com a simples automação. Enquanto na automação as máquinas funcionam sozinhas, a autonomação leva em conta que se ocorrer alguma anomalia na máquina, esta irá parar a produção imediatamente e só voltará a funcionar assim que o problema for resolvido, evitando que produtos defeituosos sejam fabricados. Esta ideia surgiu na tecelagem, com a invenção de uma máquina de tecer auto-ativada, na qual quando qualquer um dos fios da urdidura ou da trama se rompesse, o tear parava instantaneamente, assim nenhum produto defeituoso era produzido (Ohno, 1997).

Ohno (1997) também afirma que a autonomação muda o significado da gestão, pois como as máquinas autônomas possuem dispositivos que a façam parar sozinhas assim que detectam alguma anomalia, não é necessário então um funcionário ficar apenas cuidando de uma máquina, este pode tomar conta de várias máquinas ao

mesmo tempo, reduzindo o número de operações e aumentando a eficiência da produção.

Este sistema que faz o uso de dispositivos de parada automática das máquinas assim que encontra um defeito, é denominado de *Poka-yoke*, que de acordo com Dennis (2008), *poka* significa erro inadvertido e *yoke* significa prevenção.

Dennis (2008) defende que este sistema reduz a sobrecarga física e mental do trabalhador, liberando-o da necessidade de verificar constantemente os erros comuns que provocam defeitos, o autor lista estes erros como:

1. Pular etapas do processo;
2. Erros de processo;
3. Ajuste errado de peças;
4. Peças faltando;
5. Peças erradas;
6. Peça errada processada;
7. Operação falha da máquina;
8. Erros de ajustes;
9. Equipamento não montado corretamente;
10. Ferramentas preparada de forma inadequada.

Para o autor acima citado, um bom *poka-yoke* deve ser simples, durável, necessitar de pouca manutenção, ser altamente confiável, baixo custo e projetado para as condições do local de trabalho.

3.3.3 *Lean Thinking*

Para Koskela (1992), o termo de Produção Enxuta não define um conjunto específico de métodos, mas refere-se ao uso de ideias de uma nova filosofia de produção, denominada Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*).

O conceito de Mentalidade Enxuta surgiu no início da década de 90, e se define em buscar os princípios e ferramentas do STP firmando como o novo paradigma de produtividade na manufatura, que pode ser aplicado em vários setores da indústria.

Segundo Womack e Jones (1998), os princípios que orienta este paradigma de produção e que sintetiza as ideias fundamentais do STP são: valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

1. **Valor:**

O valor deve ser definido pelas necessidades dos clientes e ter o uso de ferramentas que define atributos que convergem para a satisfação do cliente (LORENZON, 2006).

Para Sato (2012), agregar valor a um produto é transformar matéria prima em produto atendendo às necessidades do cliente.

2. **Cadeia de valor:**

Para ser possível a produção de somente o que o cliente percebe como valor, é necessário prestar atenção em cada etapa da produção identificando a necessidade de cada uma. Esta análise de cadeia de valor possibilita a visualização do processo produtivo sendo possível a classificação de três tipos de ações: ações que criam valor, ações que não criam valor, mas que são essenciais ao processo e ações que não criam valor, mas que podem ser evitadas (SARCINELLI, 2008).

3. **Fluxo:**

Para Lorenzon (2006), o fluxo possui um conjunto de fatores a serem analisados, como a relação das atividades com seus correspondentes custos e duração, o relacionamento entre elas e o atrelamento dos recursos necessários como quantidade de trabalho, caracterização e quantidade de material e classificação de equipamento.

4. **Produção puxada:**

Em contraste com a produção baseada em previsões de demanda, que empurram os produtos aos clientes, antecipando as vendas, a produção enxuta tem característica de produção puxada pelo cliente, na qual só é disparada assim que este efetivar a compra (SARCINELLI, 2008).

5. **Perfeição:**

Para Sato (2012), a busca pela perfeição só é possível devido à transparência do processo que torna mais fácil descobrir melhores formas de criar valor.

Sarcinelli (2008) defende que a empresa deve mudar para se adequar às novas exigências do mercado, pois este vive sofrendo mudanças. Por isso o uso perfeição, relacionada a melhoria contínua é importante para as empresas que queiram se manter no mercado ao longo do tempo.

3.4 *Lean Construction*

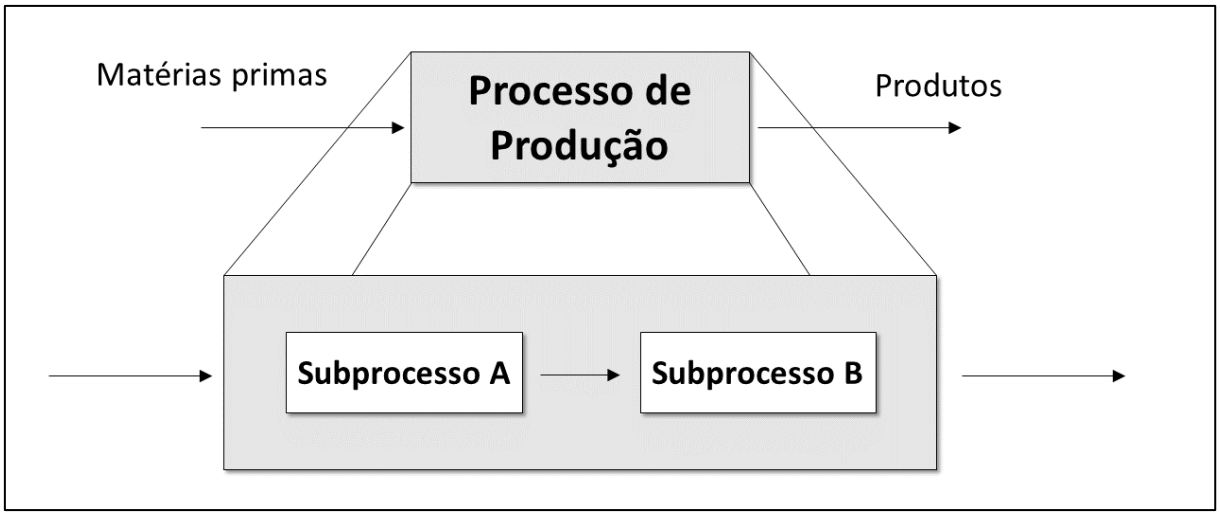
A construção civil se mostrou inclinada a receber novas propostas de melhorias no processo construtivo e com o advento da nova filosofia de produção, a partir dos anos 80, pesquisadores passaram a abordar esse tema direcionado a este setor. O marco inicial para a aplicação desta nova filosofia de produção à construção civil foi a publicação de Lauri Koskela na Universidade de Stanford, EUA, em 1992, de um relatório técnico intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Nele, Koskela adapta conceitos de fluxo e geração de valor do pensamento enxuto (*Lean Thinking*) para a construção civil, dando início à Construção Enxuta (*Lean Construction*).

Segundo Sarcinelli (2008), a principal mudança do modelo gerencial tradicional para a nova filosofia de produção foi a forma com que entende-se os processos. No modelo tradicional (Figura 4) a construção é vista como um conjunto de atividades que objetiva um produto final, caracterizando um processo em conversão, de transformação. Enquanto na filosofia da construção enxuta observa-se um processo em um fluxo de materiais e mão de obra que leva em consideração todos as atividades no decorrer do processo, subdivididas em transporte, espera, processamento e inspeção. Atividades que não agregam valor ao produto final são denominadas de atividades de fluxo, são estas de transporte, espera e inspeção. Já a atividade de processamento é definida como atividade de conversão, pois agrega valor ao produto final.

Koskela (1992) faz esta comparação dos processos convencionais com a construção enxuta focando primeiro alguns aspectos do processo de produção na visão convencional (Figura 3), tais como:

1. O processo de produção é uma conversão dos insumos (*input*) em produto (*output*).
2. O processo de conversão pode ser dividido em subprocessos, nos quais também são processos de conversão.
3. O custo total do processo pode ser diminuído reduzindo o custo de cada subprocesso.
4. O valor do produto final de um processo é associado com os custos dos insumos deste mesmo processo.

Figura 3 – Modelo de processo na visão tradicional.

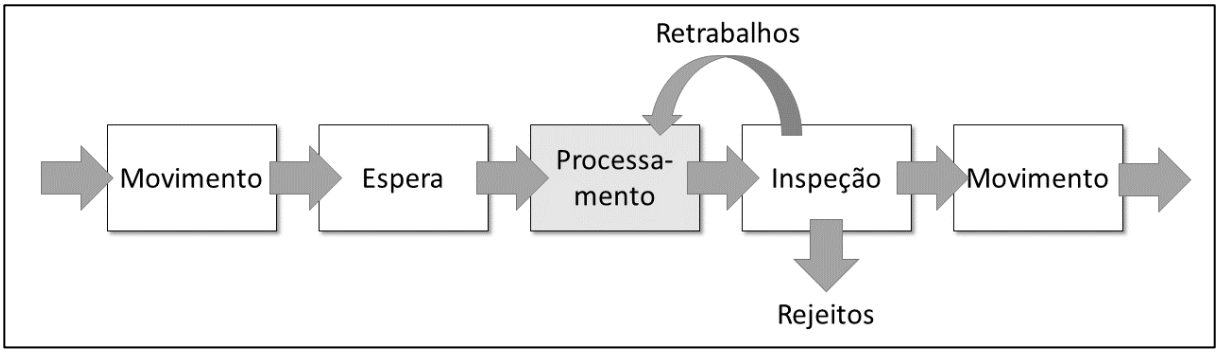


FONTE: Adaptado de Koskela (1992)

Koskela (1992, p. 15) define produção com os conceitos da nova filosofia (Figura 4) como:

> Produção é o fluxo de material e/ou informação que vai da matéria-prima até o produto final. Neste fluxo, o material processado (convertido), é inspecionado, fica na espera ou em movimento. Estas atividades são inerentemente diferentes.

Figura 4 – Modelo de processo da Construção Enxuta.



FONTE: Adaptado de Koskela (1992)

Enquanto todas as atividades geram um custo e gasto de tempo, apenas as atividades de conversão é que agregam valor ao produto. Por isso, segundo Koskela (1992), a melhoria do fluxo de atividades deve ser primeiramente focada na sua redução ou eliminação. Com base nesses conceitos, o autor acima citado apresenta princípios para a gestão de processos segundo a filosofia de construção enxuta, são estes:

1. **Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor.**

Para Formoso (2002), este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, pois com ele a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas, através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo e/ou pela redução ou até mesmo eliminação de atividades de fluxo.

Koskela (1992) define três formas para reduzir as atividades que não agregam valor. A primeira refere-se a reduzir e/ou eliminar perdas na inspeção, movimentação e espera. A segunda refere-se a falta de informação sobre a medição de desempenho das atividades realizadas na obra. O terceiro refere-se a atividades que não agregam valor, mas que não podem ser eliminadas, como defeitos e acidentes, e que, segundo o autor, a empresa deve reduzi-las ao máximo.

Como a maioria dos princípios estão relacionados à redução da parcela das atividades que não agregam valor, o primeiro passo para atingir este objetivo é identificar as atividades de fluxo para promover o controle destas e, se possível, a eliminação (FORMOSO, 2002).

Sarcinelli (2008) opina que a redução de atividades que não agregam valor se faz necessária, pois a partir desta medida há a diminuição das perdas, um dos maiores problemas na construção civil, consequentemente diminuindo custos e tornando o processo mais simples e eficiente.

2. **Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente.**

Segundo Formoso (2002), este princípio estabelece que as necessidades dos clientes internos e externos devem ser identificadas e consideradas no projeto e na gestão da produção.

Koskela (1992) define que o valor não é inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente, este podendo ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção.

Sarcinelli (2008) enfatiza que é de fundamental importância que as exigências do cliente sejam atendidas, pois além de agregar valor ao produto final, também evita retrabalhos na produção.

Para Formoso (2002), a aplicação deste princípio envolve analisar todo o processo identificando sistematicamente os clientes e seus requisitos para cada estágio do mesmo.

3. Reduzir variabilidade.

Existem diversos tipos de variabilidade, relacionados com o processo de produção, como por exemplo, a variação dimensional dos materiais entregues, a variabilidade existente na própria execução de um determinado processo e a variabilidade da demanda, que está relacionada aos desejos e às necessidades dos clientes de um processo (FORMOSO, 2002).

O autor acima citado aponta que há muita variabilidade e incertezas no contexto da construção civil, em função do caráter único do produto e das condições locais da obra, da natureza dos processos de produção e da própria falta de domínio das empresas sobre seus processos. Formoso (2002) salienta que parte desta variabilidade pode ser eliminada através da padronização dos processos, porém existe uma parcela desta variabilidade que não pode ser removida.

4. Reduzir o tempo de ciclo.

"O fluxo de produção pode ser caracterizado pelo tempo de ciclo, na qual refere ao tempo que um componente de material precisa para atravessar o fluxo." (KOSKELA, 1992, p. 19).

Formoso (2002) cita as vantagens da redução do tempo de ciclo:

a) Entrega mais rápida ao cliente: reduz o custo financeiro do empreendimento, além de agir como uma qualidade perante a concorrência no mercado, pois em alguns segmentos de mercado, os clientes necessitam dos produtos num prazo relativamente curto.

b) A gestão dos processos torna-se mais fácil: o volume de produtos inacabados em estoque é menor, reduzindo o número de frentes de trabalho, na qual facilita o controle da produção e do uso do espaço físico disponível.

c) O efeito aprendizagem tende a aumentar: por consequência dos lotes serem menores, os erros aparecem mais rapidamente, sendo facilmente identificados e corrigido as causas dos problemas. O aprendizado obtido pode ser aproveitado posteriormente atuando na melhoria do processo na execução de unidades posteriores.

d) A estimativa de futuras demandas é mais precisa: o tamanho reduzido dos lotes e a rapidez com que são concluídos, gera uma estimativa mais precisa da demanda, tornando o sistema de produção mais estável.

e) O sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda: atende-se um certo grau de flexibilidade da demanda sem elevar substancialmente os custos.

5. Simplificar através da redução de número de passos ou partes.

Quanto maior o número de componentes ou de passos em um processo, maior é o número de atividades que não agregam valor. Para Formoso (2002), isto ocorre em função das tarefas auxiliares que serão necessárias para cada passo no processo, e também tende a aumentar a interferências entre as equipes.

Koskela (1992) define práticas que aproximam a simplificação, são estas:

a) Encurtamento do fluxo em função da consolidação das atividades;

b) Redução do número de produtos que passam por mudanças de *design* ou adoção de componentes pré-fabricados;

c) Padronização de componentes, materiais e ferramentas;

d) Ligações desacopláveis;

e) Redução o número de informações necessárias para o controle.

6. Aumentar a flexibilidade de saída.

"Refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos." (FORMOSO, 2002, p. 10).

Segundo Koskela (1992), algumas das práticas que podem ser adotadas para aumento da flexibilidade são:

a) Redução do tamanho dos lotes para perto da demanda;

b) Redução da dificuldade de configurações e mudanças;

c) Personalização o mais tardar possível no processo;

d) Treinamento de uma força de trabalho multifuncional.

7. Aumentar a transparência do processo.

Para Peretti (2013), é importante este princípio pois evidencia distorções no processo, na qual facilita sua correção e propicia o envolvimento da mão-de-obra.

Santos (1999) cita diversos métodos de tornar o processo mais transparente:

a) Manter a limpeza e ordem nas estações de trabalho, pois todo processo bem organizado é mais claro de ser entendido.

b) Um Layout bem definido que resulta em um processo mais transparente e mais fácil de ser entendido pelos envolvidos, facilitando a comunicação e a identificação de erros e falhas rapidamente.

c) Empregar controles visuais, pois facilita a identificação do processo, promovendo a contínua melhoria das atividades.

d) Reduzir espaços e distâncias entre as atividades, de forma a gerar melhor comunicação entre elas.

e) As informações geradas e carregadas ao longo do processo deve mostrar específicas recomendações sobre o produto e o processo.

8. Ter foco no controle de todo o processo.

De acordo com Koskela (1992) existem dois pré-requisitos para focar no controle do processo como um todo. O primeiro indica que o processo completo deve ser medido. O segundo indica que deve ter alguma autoridade controlando o processo todo.

Com o controle de todo o processo, torna-se mais fácil a identificação e correção de possíveis desvios. A integração dos diferentes níveis de planejamento pode facilitar (BERNARDES, 2003).

9. Introduzir melhorias contínuas no processo.

Um dos princípios para a melhoria contínua é o questionamento constante de equipamentos, processos, sistemas e ações dos envolvidos. Para Santos (1999) as ações devem ser sempre objeto de discussões e revisões, pois sempre há uma forma de melhorá-las.

Identificar a causa raiz dos desvios é necessário para adotar medidas corretivas e/ou preventivas para garantir que não ocorra o mesmo erro futuramente. O tempo entre a ocorrência do desvio, determinação da causa raiz e a adoção da ação corretiva deve ser mínimo para garantir a qualidade dos produtos, por esse motivo que adotar práticas que promovam eficiência e eficácia na produção reduzirá o tempo de ação sobre o erro (SANTOS, 1999).

10. Manter um equilíbrio entre as melhorias de fluxo e nas conversões.

Quanto maior a complexidade do processo, maior o impacto das melhorias e quanto mais desperdícios inerentes ao processo de produção, maiores são os benefícios nas melhorias do processo, em comparação com as melhorias na conversão (KOSKELA, 1992).

Koskela (1992) lista benefícios ao manter o equilíbrio entre as melhorias de processo e nas conversões, são estes: melhores processos requerem menor capacidade de conversão, processos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias e novas tecnologias na conversão acarretam menor variabilidade.

11. Fazer *benchmarking*.

Sarcinelli (2008) define *benchmarking* como aprendizado e aplicação dos métodos adotados por outras empresas do setor que obtiveram sucesso.

Para Koskela (1992) os passos básicos para a prática do *benchmarking* consistem em:

a) Conhecer o processo, ter acesso aos pontos fortes e fracos dos subprocessos;

b) Conhecer os líderes industriais, encontrar, entender e comparar as melhores práticas;

c) Adotar o melhor, copiar, modificar ou incorporar as melhores práticas em seus próprios subprocessos.

3.4.1 Implementação do *Lean Construction*

Koskela (1992) define quatro fatores necessários para a implementação da Construção Enxuta, que consistem em a) Comprometimento da gerência, pois é a gerência que tem que dar a partida inicial, devem todos estar cientes da nova filosofia e disseminá-la na empresa, b) Foco nas melhorias mensuráveis e praticáveis do que apenas desenvolver capacidades, c) Envolvimento de todos os funcionários e d) Aprendizagem, que pode ser obtida testando novas ideias através de projetos pilotos e/ou buscando informações externas realizando o benchmarking.

“O desafio da construção enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro” (SARCINELLI, 2008, p. 41).

As atividades que não agregam valores estão escondidas em movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros fatores, tendo diversas fontes como origem, como exemplo projetos mal concebidos, má gestão através de princípios obsoletos, entre outros. A gerência deve entender que obtendo ganhos individuais, estão somando um ganho maior do todo (SARCINELLI, 2008).

- 3.4.2 Comparação *Lean Thinking x Lean Construction*

Conhecidos os princípios da Mentalidade Enxuta e da Construção Enxuta, é possível analisá-las paralelamente, verificando que ambas possuem características similares. Picchi (2003) faz esta análise relacionando ambas filosofias através de

elementos fundamentais propostos em seu artigo “Oportunidades da aplicação do *Lean Thinking* na construção” conforme mostra o Quadro 3:

Quadro 3 – Comparação da Mentalidade Enxuta, Elementos Fundamentais e Construção Enxuta.

***Lean Thinking* (WOMACK e JONES, 1998)**	***Elementos Fundamentais***	***Lean Construction* (KOSKELA, 1992)**	
		Nível 1 (Geral)	**Nível 2 (Operacional)**
VALOR	Pacote produto/serviço de valor ampliado	1-Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente	
	Redução de *lead times*	2-Reduzir o tempo de ciclo	
FLUXO DE VALOR	Alta agregação de valor na empresa estendida	3-Reduzir a parcela de itens que não agregam valor	4-Simplificar através da redução de passos ou partes 5-Focar no controle de todo o processo 6-Manter um equilíbrio de fluxo e conversões
FLUXO	Produção em fluxo		7-Reduzir variabilidade
	Trabalho padronizado		8-Aumentar a transparência do processo
PRODUÇÃO PUXADA	Produção e entrega *just-in-time*		
	Recursos flexíveis	9-Aumentar a flexibilidade de saída	
PERFEIÇÃO	Aprendizado rápido e sistematizado	10-Introduzir melhoria contínua no processo	11-Fazer *Benchmarking*
	Foco comum		

FONTE: Adaptado de Picchi (2003)

Observa-se no Quadro 3 que Picchi (2003) relaciona os princípios do *Lean Thinking,* formulados por Womack *et al.* (1998), e os onze princípios do *Lean Construction,* elaborados por Koskela (1992), através dos elementos fundamentais a fim de propor ferramentas para viabilizar a aplicação do *Lean Thinking* na indústria da construção.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A Metodologia Científica é definida como um conjunto de procedimentos a serem utilizados pelo indivíduo com a intenção de obter conhecimento. Esta é realizada através de pesquisas que garantem a legitimidade do saber obtido (PONTE *et* al, 2007).

Tendo como base os métodos científicos, foram analisadas duas construtoras que possuem obras verticais localizadas no município de São Paulo – SP, com a finalidade de identificar se há aplicação inteira ou parcial do *Lean Thinking* voltado à construção civil, examinando os Onze Princípios do *Lean Construction* proposto por Koskela (1992) junto à estas obras.

4.1 Caracterização do Tipo de Pesquisa

De acordo com a classificação de Severino (2007), a pesquisa para formular este estudo tem natureza aplicada, pois, segundo o autor, na pesquisa aplicada o investigador é movido pela necessidade de contribuir através de fins práticos. Para Severino (2007), é de abordagem qualitativa, caráter exploratório baseado na análise de estudo de caso, pois ainda segundo o autor, a pesquisa exploratória é aquela que registra e analisa os dados e visa proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo através de levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que de alguma forma participam do objeto de estudo.

André (1984) aponta que a metodologia do estudo de caso é eclética, pois inclui observação, entrevistas, fotografias, gravações, documentos, entre outros métodos. André (1984, p.1) ainda cita que “os estudos de caso procuram retratar a realidade de forma completa e profunda”, pois focaliza todas as dimensões presentes numa dada situação como um todo sem deixar de enfatizar os detalhes.

4.2 Descrição das Etapas, Técnicas e Ferramentas Utilizadas

A estrutura da pesquisa se deu em quatro etapas:

Primeira Etapa. Foi realizada a seleção das empresas nas quais se concretizariam o estudo. Esta escolha se deu por meio de busca por canteiros de obras nos quais visitas periódicas fossem permitidas, além de disponibilização de

tempo de um responsável para a entrevista e preenchimento do questionário, objeto da segunda etapa da pesquisa. Na busca de empresas dispostas a contribuir para o estudo, foram 11 tentativas de permissão à realização da pesquisa em canteiros de obras distintos de um total de 7 empresas, além de tentativas de contato com responsáveis de construtoras a fim de conseguir a permissão. Essa busca começou em Agosto de 2016 e estendeu até Maio de 2017 com a obtenção da permissão para a coleta de informações da Empresa B. A permissão da Empresa A se deu em Dezembro de 2016.

Segunda Etapa. Realizou-se uma entrevista com os responsáveis dos Setores de Planejamento, Administrativo e Operacional e simultaneamente a coleta de dados por meio da aplicação de um questionário semiestruturado, contendo os onze princípios da filosofia *Lean Construction* propostos por Koskela (1992) (Anexo A).

Terceira Etapa. Outros dados foram coletados, conforme metodologia desenvolvida por Peretti (2013), por meio de observações diretas das atividades realizadas no canteiro de obras feitas em 6 visitas periódicas em um canteiro de obra de cada empresa analisada, com o objetivo de verificar se as ferramentas da filosofia *Lean Construction* estavam sendo empregadas de forma estruturada ou, até mesmo, de forma intuitiva.

Quarta Etapa. Após a realização da pesquisa aplicada por meio do Estudo de Casos múltiplos, foi possível a obtenção dos dados necessários. Com estas informações, foram feitas a descrição e análise dos resultados. Tendo como base a análise final das informações coletadas, foram obtidas as conclusões e fez-se recomendações de modo a cumprir com os objetivos da pesquisa.

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Estudo de Caso da Empresa A

A Empresa A é de médio[1] porte e atua no mercado de Construção Civil há mais de 35 anos, possui sede no município de São Paulo. Sua principal atividade está voltada às construções residenciais e comerciais. Possui um quadro de funcionários em torno de 200 colaboradores diretos e um acervo de mais de mil unidades entregues. Observou-se que atualmente seu acervo é composto principalmente por construções residenciais verticais de médio padrão.

Nas visitas e entrevistas realizadas, foi observado que de forma unânime não havia o conhecimento da filosofia de *Lean Construction*, ainda que algumas práticas são realizadas.

A Empresa A possui uma postura voltada aos funcionários, no qual oferece todo o treinamento que é necessário e procura manter entre 2 a 3 empreendimentos simultâneos a fim de manter o mesmo quadro de funcionários, obtendo assim uma equipe consistente e treinada.

A seguir são apresentadas as informações obtidas para essa empresa:

Primeiro Princípio: Redução de atividades que não agregam valor ao produto final

A principal atividade que não agrega valor ao produto final é o transporte de materiais, ferramentas e pessoas, e nessa empresa notou-se que a preocupação para a redução desta atividade é mínima, pois seu canteiro de obras é locado naturalmente, mudando conforme há a necessidade, nem todos os materiais e equipamentos são distribuídos próximos ao ponto de aplicação e a limpeza do canteiro de obras é realizada sempre que possível, sendo feita de forma não sistematizada.

A empresa A possui o cuidado de realizar periodicamente treinamentos com os operários, assim seus procedimentos se tornam mais padronizados e controláveis.

---

[1] Segundo os critérios de classificação de empresas proposto pelo Sebrae (2017) considerando o número de empregados, onde de 100 a 499 empregados é considerado de médio porte, considera empresa de grande porte quando o número de empregados é 500 ou mais.

Segundo Princípio: Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Há vários canais de comunicação com os clientes internos e externos, por ser uma empresa de pequeno porte os canais dos clientes internos são mais próximos e os canais de clientes externos são mais fáceis de serem de fato efetuados, porém não é bem estruturado. As informações provindas de clientes externos são levadas em consideração e a empresa como um todo se conscientiza com tais considerações, entretanto os clientes externos não possuem um canal eficiente para receber informações da empresa, as visitas realizadas no canteiro de obras são minimizadas e a empresa não disponibiliza informações se não for solicitada.

Terceiro Princípio: Reduzir a variabilidade

Com os dados coletados nessa empresa, observou-se que a preocupação com a qualidade é mínima, não há um departamento específico dessa área, sendo então o sistema de gestão segmentado e ineficiente, esse controle tende a ser realizado pelos clientes externos, com isso a variabilidade no quesito de qualidade é alta, entretanto, a favor deste princípio, foi observado o uso de kits hidráulicos, onde a variabilidade tende a ser menor tanto em dimensões, por ser um produto proveniente de um ambiente de manufatura, quanto na variabilidade de serviço, por ser de fácil instalação e, apesar do sistema de gestão segmentado da empresa, há a utilização de fichas de verificações de serviços e materiais, nos quais são preenchidas periodicamente a fim de deter um controle sobre as execuções de serviço e qualidade dos materiais.

Quarto Princípio: Reduzir o tempo de ciclo

Tempo de ciclo consiste na soma de todos os tempos necessários para a realização do processo, ou seja, todo o tempo gasto na inspeção, espera e na movimentação. O conhecimento do tempo de ciclo desta empresa vem de forma intuitiva com base em experiências anteriores, assim como o controle sobre a produção dos operários. Seu estoque é de tamanho médio e de alta rotatividade.

Um estoque grande e de pouca rotatividade vai contra este princípio aumentando o tempo de ciclo, pois aumenta a duração da fase de espera, nesta empresa observou um estoque com alta rotatividade, porém foi observado que há estoque excessivo fruto do mau planejamento e controles ineficientes.

Quinto Princípio: Simplificar através da redução do número de passos e partes

Este princípio é praticado na empresa através da utilização de componentes pré-fabricados, como por exemplo, os kits de instalações hidrossanitárias, conjunto de componentes que são utilizados na realização de serviços, onde os tubos e as conexões são previamente colados, restando apenas que o profissional da produção instale estes kits nos locais apropriados.

Sexto Princípio: Melhorar a flexibilidade do produto

A empresa realiza predominantemente obras residenciais, porém em seu portfólio conta com obras comerciais, industriais (galpões) e do governo (agência de correios). Fornece a personalização do layout do produto final, pois trabalha com alvenaria estrutural no qual possibilita um leque de opções de plantas tipo nos edifícios residenciais.

Sétimo Princípio: Aumentar a transparência do processo

Uma das formas de aumentar a transparência do processo é evidenciar um canteiro de obras com segurança e bem sinalizado, tornando a visualização dos serviços mais clara, o que foi verificado no canteiro de obra dessa empresa, porém outras formas de aumentar a transparência do processo deixaram a desejar, como por exemplo, a falta de indicadores de desempenho e meios de informações como quadros e painéis, que não foram notados durante as visitas no canteiro de obras.

Oitavo Princípio: Focar o controle de todo o processo

O controle dos processos da obra é realizado com base em experiências anteriores e no uso de softwares de planejamento que traçam caminhos críticos. O controle dos processos em geral é segmentado, realizado de forma não estruturada.

Nono Princípio: Introduzir melhorias contínuas no processo

Foi relatado que a empresa investe na capacitação e treinamento dos operários, uma vez que procura manter o quadro de operários, especializando-os conforme a necessidade, além do uso de ferramentas da qualidade como o ciclo PDCA.

Décimo Princípio: Balancear o fluxo com a melhoria das conversões

Desconhece este princípio, atuando mais no seu entendimento, nas atividades voltadas para as conversões sem a consideração do impacto nas atividades de fluxo, pois uma melhoria de conversão nem sempre indica uma melhoria no processo como um todo, pois pode impactar nas atividades de fluxo de forma contrária aos princípios do *Lean Construction*.

Décimo Primeiro Princípio: Fazer *Benchmarking*

Há a aplicação deste princípio, pois quando há a intenção de incorporar serviços ou materiais novos para a empresa, realizam-se visitas em obras nas quais utilizam a tecnologia a fim de analisar suas aplicações e impactos que podem causar quando incorporar o uso.

5.2 Estudo de Caso da Empresa B

A Empresa B é de grande[2] porte com aproximadamente 600 colaboradores diretos. Fundada em 1983, tem sua cultura voltada à qualidade dos empreendimentos e serviços. Conta com um acervo de mais de 100 empreendimentos entregues em toda a região metropolitana de São Paulo e em Curitiba, Paraná, todos com alto nível de personalização e qualidade.

Observou-se uma grande adesão à mentalidade de *Lean Construction*, todos os processos da empresa estão voltados a um planejamento que além de focar na qualidade, possibilita a personalização pelo cliente e também evidencia sua preocupação com o meio ambiente, pois todos os empreendimentos residenciais possuem certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental) e todos os empreendimentos comerciais possuem selo de eficiência energética em edificações Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica).

Segue as respostas obtidas no questionário e informações coletadas durantes as visitas no canteiro de obras da Empresa B:

---

[2] Segundo os critérios de classificação de empresas proposto pelo Sebrae (2017) considerando o número de empregados, onde de 100 a 499 empregados é considerado de médio porte, considera empresa de grande porte quando o número de empregados é 500 ou mais.

Primeiro Princípio: Redução de atividades que não agregam valor ao produto final

A empresa mostrou conhecimento deste princípio e alegou que utiliza de uma política na qual visa reduzir as atividades que não agregam valor ao produto final, pois há a preocupação com o projeto do canteiro de obras de forma a prever o fluxo da obra e alocar os materiais de forma a minimizar o transporte destes, além de fazer uso de transporte vertical com mini gruas e elevadores de cremalheira. A empresa também realiza diálogos semanalmente com os operários da obra para conscientizar em relação a importância das atividades de manutenção, limpeza e organização do canteiro de obras.

Segundo Princípio: Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

A empresa disponibiliza canais de comunicação com clientes finais (tais como determinados campos no site oficial da empresa, participação em redes sociais, atendimento com o departamento de assistência técnica, entre outros) e um dos destaques observado nessa empresa é que a comunicação é eficiente e é atendida até anos depois da compra do produto final, responsabilidade do departamento de assistência técnica. A comunicação com clientes internos também é eficiente, semanalmente ocorre reuniões intituladas "*follow-up*" com os departamentos a fim de todos terem ciência do que está acontecendo na empresa, além de reuniões periódicas com fornecedores a fim de deliberar sobre uso de serviços e materiais de terceiros.

Terceiro Princípio: Reduzir a variabilidade

O departamento de qualidade toma conta de um sistema de gestão bem estruturado, onde faz uso de procedimentos padronizados e também de indicadores de qualidade e gestão ambiental. A empresa possui certificação ISO 9001 e Nível A PBQP-H, também possui selos AQUA para obras residenciais e Procel para obras comerciais. O planejamento dessa empresa é realizado pensando em curto, médio e longo prazo, respectivamente: Cronograma Semanal, Cronograma Trimestral e *Baseline*.

Quarto Princípio: Reduzir o tempo de ciclo

Foi observado que há a preocupação em manter o estoque da obra enxuto, deixando o suficiente para 1 a 2 semanas caso ocorra imprevistos, também notou-se que o sistema de trabalho é altamente padronizado, sendo assim este princípio está presente nessa empresa.

Quinto Princípio: Simplificar através da redução do número de passos e partes

Foi relatado que a empresa tem conhecimento deste princípio e para tal, faz uso de argamassa projetada e kits de distribuição hidráulica em pex. A empresa possui um departamento responsável por buscar novas tecnologias, no qual aprimorara este princípio.

Sexto Princípio: Melhorar a flexibilidade do produto

A empresa realiza exclusivamente obras comerciais e residenciais e disponibiliza a personalização dos layouts de forma eficiente, há um departamento responsável apenas com a personalização e consideração dos clientes finais.

Sétimo Princípio: Aumentar a transparência do processo

O canteiro de obras dessa empresa é seguro e bem sinalizado, seu processo é transparente, pois seguem os procedimentos da ISO 9000, dando prioridade ao projeto. São realizadas reuniões semanalmente com os colaboradores que trabalham no canteiro de obras (diálogos semanais) que possuem a finalidade de conscientizar sobre a segurança e saúde no trabalho, qualidade na execução e também o alinhamento das necessidades dos colaboradores e cumprimento ao cronograma.

Oitavo Princípio: Focar o controle de todo o processo

O controle dos processos da obra é de responsabilidade do departamento de qualidade, no qual opera com eficiência através de fichas de verificações, conhecidas como FVS (Ficha de Verificação de Serviços) e FVM (Ficha de Verificação de Materiais), softwares de planejamento que utilizam métodos PERT/CPM e software de compatibilização de projetos.

Nono Princípio: Introduzir melhorias contínuas no processo

O departamento de desenvolvimento tecnológico se responsabiliza pelo estudo e aplicações de novas tecnologias, a empresa também faz uso do ciclo PDCA através de PAMs (Plano de Ação de Melhorias), que consiste em um formulário onde consta uma ação de melhoria que deve ser executada em um dado prazo.

Décimo Princípio: Balancear o fluxo com a melhoria das conversões

De acordo com os dados obtidos, a empresa emprega este princípio por meio de capacitação da mão de obra, promovendo treinamentos e trabalhando com materiais que atende as especificações técnicas..

Décimo Primeiro Princípio: Fazer *Benchmarking*

Há a aplicação deste princípio de forma padronizado pelo departamento de desenvolvimento tecnológico.

5.3 Comparativo Entre as Empresas A e B

O Quadro 4 foi elaborado para uma melhor visualização do grau de aplicação da filosofia *Lean Construction* em cada empresa, utilizando a estrutura proposta por Koskela (1992) e também presente nos estudos de Peretti *et al*. (2013).

Quadro 4 – Comparativo entre as empresas A e B.

COMPARATIVO ENTRE AS EMPRESAS	
Empresa A	**Empresa B**
1 – Redução de atividades que não agregam valor ao produto final.	
Há algumas práticas deste princípio, mas é feito de forma instintiva. O layout do canteiro de obras é limpo sempre que possível e é alocado naturalmente. Não há preocupação constante com desperdício de materiais e há um treinamento periodicamente feito com os colaboradores.	Esta empresa realiza o projeto do canteiro de obras de forma a prever o fluxo da obra e alocar os materiais de forma a minimizar o transporte destes, além de fazer uso de transporte horizontal e vertical. Fazem gestão do controle de resíduos gerados na obra, dessa forma mantendo o canteiro de obras sempre limpo e organizado.
2 – Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes.	
Há vários canais de comunicação com os clientes internos e externos, porém a	Esta empresa possui um eficiente canal de comunicação de clientes externos, através de e-

comunicação com cliente externo é de forma reativa, há somente quando solicitado.	mails, sites e também disponibilizam serviços de assistência técnica, garantindo a qualidade do produto final pós entrega.
3 – Reduzir a variabilidade.	
Há controle sobre a qualidade na empresa, porém não é realizado de forma eficiente devido às falhas de comunicação e treinamento em qualidade entre seus colaboradores.	A empresa conhece este princípio e para basear suas ações voltadas a reduzir a variabilidade utilizam indicadores de qualidade, na qual a empresa dedica um departamento para esta finalidade. Possui certificação ISO 9001, certificação ambiental AQUA para empreendimentos residenciais e certificação de eficiência energética Procel para empreendimentos comerciais. Há planejamento de longo prazo (baseline), médio prazo (cronograma trimestral) e curto prazo (cronograma semanal).
4 – Reduzir o tempo de ciclo.	
Esta empresa faz uso de estoque de tamanho médio, e de alta rotatividade. O controle sobre a produtividade dos operários é feito com base em experiências anteriores.	Esta empresa possui apenas um estoque suficiente para 1 a 2 semanas para prever algum imprevisto.
5 – Simplificar através da redução do número de passos e partes.	
A empresa emprega este princípio através da utilização de kits de instalações hidrossanitárias de forma eficiente.	Há o conhecimento deste princípio e é aplicado através do uso de argamassa projetada e kits de distribuição hidráulica em pex.
6 – Melhorar a flexibilidade do produto.	
Esta empresa trabalha preferencialmente nos setores residencial e comercial, porém já produziu empreendimentos industriais e do governo. Quanto à flexibilização do produto, a empresa disponibiliza a opção para clientes finais realizarem personalizações no layout do produto final.	Esta empresa trabalha exclusivamente com empreendimentos residenciais e comerciais e possuem uma excelente personalização dos layouts do produto final de acordo com a necessidade de cada cliente.
7 – Aumentar a transparência do processo.	
O canteiro de obras apresentou-se bem seguro, porém há pouca preocupação com o desempenho dos operários, estes não possuem um canal direto de informação na obra além de reportar-se ao seu superior direto.	A empresa possui um departamento próprio responsável pelo controle da qualidade e desempenho da obra através de indicadores, na qual se baseiam em experiências anteriores. Contam com uma comunicação eficiente no canteiro de obras.

8 – Focar no controle de todo o processo.	
Não há a aplicação deste princípio, pois o planejamento e orçamento da obra é feito de forma empírica.	A empresa é bem estruturada, possui um departamento focado no controle de todo o processo.
9 – Introduzir melhorias contínuas no processo.	
Apesar do desconhecimento deste princípio, há práticas de melhorias contínuas, os operários recebem constantemente capacitação e treinamentos.	Há o conhecimento deste princípio, a empresa se dispõe de várias técnicas que utilizam para ter o controle e agir de forma a melhorar constantemente perante à competição no mercado, satisfação do cliente e qualidade.
10 – Balancear o fluxo com a melhoria das conversões.	
Desconhecem este princípio, não há indícios de práticas para equilibrar o fluxo com a melhoria das conversões.	A concentração de informações da obra se dá no escritório da empresa, onde são analisadas e incrementadas no planejamento durante a obra.
11 – *Benchmarking*	
Há a aplicação de forma não padronizada, pois a empresa foca suas melhorias de acordo com a demanda do mercado e experiências anteriores.	A empresa pratica *Benchmarking* de forma padronizada, realizada por um departamento específico.

FONTE: Elaborado pelo Autor.

A Empresa A mostrou desconhecimento dos princípios do *Lean Construction*, porém ao conversar com os colaboradores, estes mostraram interesse no assunto e em planejar e aplicar algumas práticas posteriormente. Esta empresa não possui um departamento de qualidade, porém realiza treinamentos avulsos com os seus colaboradores quando há a necessidade.

Observa-se que na Empresa B há práticas do *Lean Construction* e todas elas aplicadas eficientemente. Nesta empresa há departamentos específicos, nos quais se responsabilizam da segurança e saúde no trabalho, qualidade, planejamento e desenvolvimento tecnológico, todos estes possuem ligação íntima de modo a obter um excelente planejamento antes, durante e após a entrega do produto final.

Ambas as empresas mostraram algumas aderências aos princípios do *Lean Construction,* contudo, é evidente que a filosofia não é aplicada totalmente, pois esta deve partir da alta gestão até o chão de fábrica, até mesmo com fornecedores e terceirizados, tornando-a, assim, um processo longo para sua implantação, exigindo reestruturações das quais as empresas nem sempre podem obter, seja por limitantes econômicos ou até mesmo da cultura organizacional.

Em relação aos outros estudos, como por exemplo o trabalho acadêmico “Verificação dos princípios *Lean Construction* em obras de habitação popular no município de Campo Mourão – Paraná” (COSTA, 2014) observa-se que todas as empresas analisadas em ambos os estudos, os métodos e ferramentas utilizados para alcançar os princípios da construção enxuta são semelhantes, como por exemplo no quinto, sétimo e oitavo princípios, nos quais as ferramentas utilizadas pelas empresas analisadas foram, respectivamente, o uso de *kits*, reuniões semanais no canteiro de obras e fichas de verificações.

Tal prática sinaliza uma certa padronização em função das opções de tecnologias disponíveis no mercado e também procedimentos apontados em consultorias para a obtenção de certificações de qualidade e, ao mesmo tempo, observa-se a versatilidade nas ferramentas que podem ser utilizadas pelas empresas, como por exemplo no quarto princípio, no qual uma das empresas analisadas por Costa (2014) faz uso do incentivo dos colaboradores por meio de bonificações, enquanto as empresas analisadas neste estudo demonstra sua preocupação voltada ao estoque.

6 CONCLUSÃO

A filosofia *Lean Construction*, adaptada a partir dos conceitos da *Lean Production*, traz um norte para a melhoria dos processos construtivos, aliando os conceitos da *Lean Production* com as particularidades do setor da construção civil, entretanto não atua apenas na implantação de novas tecnologias, há a preocupação com a racionalização dos processos através da otimização dos fluxos existentes.

A Empresa A, apesar do desconhecimento do tema, aplica ferramentas da filosofia em sua gestão de forma não estruturada e adaptada, isto se deve à necessidade de adequação às exigências do mercado que mostra uma crescente preocupação com a qualidade de imóveis novos.

Em conversas com o responsável técnico da Empresa B, verificou que este é um grande conhecedor e disseminador da filosofia *Lean Construction,* ele afirma que a implantação desta filosofia na empresa não se dá de modo repentino, deve ser tratada como um processo, podendo haver restruturações em todo o corpo organizacional da empresa, é por esta razão que mesmo havendo a necessidade de mudanças para atender as necessidades de um mercado mais exigente, muitas empresas não se arriscam a aderir totalmente à filosofia, optando por seguir uma gestão de qualidade não estruturada.

Ambas as empresas analisadas nesta pesquisa passam, atualmente, por um momento de recessão em função das condições econômicas atuais do país, o que possibilitou analisar as evidências para constar se uma gestão voltada à filosofia enxuta e principalmente à qualidade interfere na estabilidade da empresa. Neste aspecto, a empresa B mostrou ser capaz de manter suas metas neste cenário de incertezas, pois ao atender grande parte dos princípios da construção enxuta, fortalece a sua gestão garantindo ao cliente final o contato com uma empresa que se mostra bem estruturada e entrega qualidade no produto. Estas práticas tornam a organização atrativa no mercado, além de sua estrutura interna ser estável e controlada.

Para uma empresa adotar as práticas relacionadas aos princípios *Lean Construction,* geralmente necessita de uma reestruturação em sua organização, o que nem sempre é uma ideia bem vista e requer planejamento de longo prazo, entretanto, uma vez que alinhado aos princípios da construção enxuta, a empresa passa a deter o controle de uma gestão bem estruturada e com garantia de qualidade. Se acaso a

empresa não obter ferramentas para uma reestruturação, é interessante a adoção de partes das práticas *Lean Construction*, como foi observado nas duas empresas analisadas.

A partir da pesquisa realizada verificou que as empresas possuem a necessidade de buscar melhorias constantes em seus processos para se manterem competitivas no mercado e com o uso de certificações acabam sendo pressionadas a adotar práticas condizentes com as disseminadas pela filosofia *Lean Construction*. Porém ainda não há um avanço mais profundo nessa filosofia, pois ela deve ser implantada desde a alta gerência até o canteiro de obras, demandando tempo para mudar a cultura de uma empresa, vislumbrando a mentalidade enxuta em toda a estrutura organizacional.

A filosofia *Lean Construction* surgiu como uma necessidade de adaptar um ambiente nômade e disperso como o caso da construção civil em um ambiente estruturado e adaptável, porém percebe-se que no Brasil esta filosofia é embrionária, usada de forma não estruturada por pressão do mercado, portanto é necessário um estudo profundo de como os princípios da construção enxuta podem ser aplicados nas empresas e nos canteiros de obras e a sua viabilidade. Esta é a sugestão para futuros estudos que abarquem o tema pesquisado.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de caso: Seu potencial na Educação**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1984. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/528.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2015.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Evolução do saldo de empregos celetista na Construção Civil. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/emprego-formal-caged-ministerio-do-trabalho-e-previdencia-social>. Acesso em: 16 out. 2015.

DENNIS, P. **Produção *Lean* Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FILHO, J. T. de A. A customização em massa na Construção Civil: Um estudo no subsetor de Edificações. **Revista Produção On-Line**, Florianópolis, v. 10, n. 2, jun. 2010. Disponível em: < http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/433>. Acesso em: 27 out. 2015.

FORMOSO, C. T. ***Lean Construction*: Princípios Básicos e Exemplos.** Boletim Técnico, Norie, Universidade Federal do Rio de Grande do Sul, v. 14, 2002. Disponível em: <http://www.construtoracastelobranco.com.br/aempresa/ps-37/files/LeanConstru.pdf>. Acesso em: 24 out. 2015

KOSKELA, L. ***Application of the new philosophy to construction.*** *CIFE – Center for Integrated Facility Engineering.* Technical Report, 75 p. Stanford University, Palo Alto, California, 1992. Disponível em: <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/Koskela-TR72.pdf>. Acesso em: 23 out. 2015.

COSTA, J. L. **Verificação dos princípios *Lean Construction* em obras de habitação popular no município de Campo Mourão – Paraná**. 2014. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. **Discussão sobre a medição de desempenho na *Lean Construction***. XIII SIMPEP. Bauru, 2006. Disponível em:

<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/505.pdf>. Acesso em: 24 out. 2015.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAULA, A. de; CRUZ, A. F. da; PIMENTA, D. P.; CUNHA, M. F. da. Produção Enxuta x Produção em Massa: Um Estudo Comparativo em Empreendimentos Imobiliários no Distrito Federal. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 14. **Operações.** Disponível em: <www.ead.fea.usp.br/semead/14semead/resultado/trabalhosPDF/816.pdf>. Acesso em: 23 out. 2015.

PERETTI, L. C.; FARIA, A. C.; SANTOS, I. C. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em construtoras verticais: estudo de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo**. XXXVII Encontro da ANPAD. 2013. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GOL681.pdf>. Acesso em: 27 out. 2015.

PICCHI, F.A. **Oportunidades da aplicação do *Lean Thinking* na construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, jan./mar. 2003.

PICCHI, F. A.; GRANJA, A. D. **Aplicação do *Lean Thinking* ao fluxo de obra**. I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004. Disponível em: <ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0528d.pdf>. Acesso em: 24 out. 2015.

PONTE, V. M. R.; OLIVEIRA, M. C. de; MOURA, H. J. de; BARBOSA, J. V. **Análise das metodologias e técnicas de pesquisas adotadas nos estudos brasileiros sobre *Balanced Scorecard*: Um estudo dos artigos publicados no período de 1999 a 2006.** Fortaleza, Ceará, 2007. Disponível em: <http://congressos.anpcont.org.br/congressos-antigos/i/images/epc%20079.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2015.

RIBEIRO, M. S. **A industrialização como requisito para a racionalização da construção**. 93p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.poli.ufrj.br/leeamb/Arquivos_para_Download/Dissertacao_Marcellus_Serejo_Ribeiro.pdf>. Acesso em: 25 out. 2015.

SANTOS, A. dos. **Application of flow principles in the production management of construction sites.** 513 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – School of Construction and Property Management, University of Salford, Salford, UK, 1999. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/2231/1/313930.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.

SARCINELLI, W. T. **Construção Enxuta através da padronização de Tarefas e Projetos.** 80f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Wanessa.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

SATO, S. P. **Análise do processo de fabricação e proposta de melhorias para elementos pré-fabricados que compõem casas populares sob o aspecto da produção enxuta**.131f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2012. Disponível em: <www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br.ppgcc/files/dissertacoes/d0166.pdf>. Acesso em: 23 out. 2015.

SEBRAE. **Qual a receita bruta e o número de empregados para MEI, ME e EPP?**. Disponível em: <http://blog.sebrae-sc.com.br/numero-de-empregados-receita-bruta-para-mei-me-epp/>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

VILLAR, F. H. R. **Alternativas de sistemas construtivos para condomínios residenciais horizontais.** 139 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. Disponível em: <http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_arquivos/7/TDE-2006-03-17T06:48:51Z-906/Publico/DissFHRV.pdf>. Acesso em: 16 out. 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: Elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ANEXO A

Questionário para avaliação do grau de aplicação de Lean Construction

Nível para avaliação das respostas	
Princípio ausente.	1
Princípio presente, mas com grandes inconsistências ou ineficiente.	2
Princípio presente, mas com poucas inconsistências.	3
Princípio presente e eficiente.	4

1. Redução de atividades que não agregam valor ao produto final.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
1.1 O layout atual do canteiro de obras foi locado de forma a atender aos fluxos futuros?				
1.2 O canteiro de obras é limpo e organizado?				
1.3 Qual o nível de defeitos que gera retrabalhos?				
1.4 Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais?				
1.5 Os materiais são distribuídos próximos ao ponto de aplicação?				
1.6 Os procedimentos para a realização das principais atividades no canteiro de obras são padronizados?				
1.7 Existe a preocupação com o desperdício de materiais no canteiro de obras?				
1.8 Existem treinamentos constantes com os operários?				

2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
2.1 Existe conscientização na obra sobre clientes internos e clientes finais?				
2.2 O cliente (interno ou externo) possui um meio de comunicação na qual pode se informar e realizar considerações sobre os trabalhos?				
2.3 Há a prática de pesquisa de mercado?				

3. Reduzir a variabilidade.	Pouco			Muito

	1	2	3	4
3.1 Existe um eficiente sistema de controle da qualidade na empresa?				
3.2 Existem índices de desempenho sobre a qualidade do produto ou serviço?				
3.3 Existem procedimentos padronizados para a maioria das atividades?				
3.4 Existe planejamento formalizado para curto, médio e longo prazo na obra?				
3.5 As equipes são polivalentes?				
3.6 Faz uso de mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e reduzem a variabilidade?				

4. Reduzir o tempo de ciclo.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
4.1 Os tempos de ciclo das atividades da obra são conhecidos?				
4.2 O estoque da obra é grande?				
4.3 A rotatividade do estoque da obra é alta?				
4.4 Existe o controle sobre a produtividade dos operários?				

5. Simplificar através da redução do número de passos e partes.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
5.1 A obra faz utilização de produtos pré-moldados?				
5.2 A obra faz utilização de kits? (ex. kits hidráulicos, elétricos, entre outros.)				
5.3 As informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana são claras e estão disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro?				
5.4 Os processos internos são descentralizados?				

6. Melhorar a flexibilidade do produto.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
6.1 Há a flexibilização do layout do produto final?				
6.2 Existem produtos ofertados para clientes de diferentes setores da economia (ex. Indústria, Bancário, Comercial, Residencial, Agricultura, Governo, etc...)?				

7. Aumentar a transparência do processo.	Pouco			Muito
	1	2	3	4

7.1 Existem eficientes indicadores de desempenho na obra?				
7.2 Na obra são utilizados painéis, placas, quadros, rádios ou outros dispositivos de forma eficiente?				
7.3 A obra é segura e bem sinalizada?				

8. Focar o controle de todo o processo.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
8.1 Existe um controle eficiente sobre o planejamento da obra?				
8.2 Existe um controle eficiente sobre o orçamento da obra?				

9. Introduzir melhorias contínuas no processo.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
9.1 Há a busca constante da melhoria dos processos da obra através do uso de novas tecnologias e soluções?				
9.2 Há a capacitação e treinamentos dos operários da obra?				

10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
10.1 Existe o controle sobre o fluxo de informações na sua obra?				
10.2 Existe o controle sobre as compras e entregas de materiais na sua obra?				
10.3 Os fluxos de pessoas no interior da obra são constantemente repensados para obter melhor desempenho no trabalho?				

11. Benchmark.	Pouco			Muito
	1	2	3	4
11.1 A obra faz uso de benchmark?				