



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**JUREMA RODRIGUES SÁ DA SILVA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE *LEAN CONSTRUCTION* EM OBRAS DE  
PEQUENO PORTE:** Uma revisão da literatura

São Luís

2020

**JUREMA RODRIGUES SÁ DA SILVA**

**IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE *LEAN CONSTRUCTION* EM OBRAS DE PEQUENO PORTE:** Uma revisão da literatura

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco em cumprimento à exigência para conclusão de curso de graduação e obtenção de título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Rafael Carlos Walachinski

São Luís

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Silva, Jurema Rodrigues Sá da

Implementação de práticas de *Lean Construction* em obras de pequeno porte: uma revisão da literatura. / Jurema Rodrigues Sá da Silva. \_\_ São Luís, 2020.

77f.

Orientador: Prof. Esp. Rafael Carlos Walachinski.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. *Lean Construction*. 2. Construção civil. 3. Obras de pequeno porte. I. Título.

CDU 624.1

**IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS DE *LEAN CONSTRUCTION* EM OBRAS DE PEQUENO PORTE:** Uma revisão da literatura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco em cumprimento à exigência para conclusão de curso de graduação e obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Esp. Rafael Carlos Walachinski

Aprovada em: 10 de dezembro de 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Esp. Rafael Carlos Walachinski (Orientador)**

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco- UNDB

---

**Me. Thiago Ferreira Silva**

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco- UNDB

---

**Esp. Thiago Coelho Ferreira**

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco- UNDB

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me conceder forças e fé para nunca desistir desse sonho, o sonho de ser Engenheira Civil.

Agradeço principalmente à minha avó/mãe, a senhora Judite Rodrigues Sá, a mulher que me ensinou tudo sobre a vida através do seu exemplo, graças a ela me tornei a mulher que sou hoje e sigo orgulhosa de ter sido criada por ela. Obrigada mãe Judite...por tudo!

Ao meu pai Paulo Henrique e a minha mãe Núbia Rodrigues que nunca me deixaram passar por nenhuma necessidade, me amando e me ajudando com o que tinham e podiam.

Às minhas filhas Mellissa Rodrigues e Maitê de Paula que são minhas inspirações e doses diárias de força para ir em busca dos meus objetivos.

Ao meu esposo Alberto Araújo que sempre me apoiou, incentivou, me ajudou a crescer em momentos de extrema dificuldade e foi paciente em várias situações conturbadas da minha vida acadêmica.

À minha amiga de vida Luna Rodrigues que sempre esteve ao meu lado, vibrando e torcendo por mim.

Aos meus amigos e futuros colegas de profissão Nijacson Sampaio, Danyelle Reis e Thiago Amorim que me ajudaram como irmãos e compartilharam comigo os momentos difíceis e os bons desse ciclo.

Ao meu orientador professor Rafael Carlos Walachinski que aceitou o convite para participar deste trabalho me orientando e contribuindo para sua melhoria.

Agradeço à minha professora Renata Medeiros por sempre estar disposta a responder com clareza todas as minhas dúvidas em relação a esse trabalho.

Agradeço ao meu coordenador de curso Thiago Ferreira por todas as lições de vida e acadêmicas, foram de suma importância para a minha formação como Engenheira Civil.

Por fim, sou grata a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, participaram da realização desse projeto.

## RESUMO

A filosofia *Lean* tem como foco principal a redução de atividades que não agregam valor ao produto final e pode ser utilizada em vários segmentos da economia, sendo guiados por um pensamento central dedicado a aperfeiçoar técnicas de concepção de valor. Cada esfera do mercado faz a utilização dessa filosofia com ajustes e adaptações viáveis e apropriadas a cada uma delas e na construção civil não foi diferente. A problemática que detêm o foco desse estudo é a ineficiência nos processos de produção e desperdício de matéria-prima. Para a construção do seguinte trabalho foi realizada uma revisão na literatura sobre as principais técnicas e ferramentas da filosofia *Lean* utilizadas na indústria da construção civil. A presente pesquisa possui objetivos de caráter exploratório, com abordagem qualitativa e quanto aos procedimentos se caracteriza como pesquisa bibliográfica, para a coleta de dados os estudos foram escolhidos de acordo com os objetivos do presente trabalho, com uma análise sistêmica dos dados, relacionando os autores selecionados e formulando os dados através de quadros. Outro aspecto importante abordado no presente trabalho são os princípios básicos da *Lean Construction* que ditam técnicas de contenção de desperdícios e de origem de resultados ágeis e engajados com a individualidade de cada projeto. Esse trabalho visa avaliar a possibilidade da implementação da *Lean Construction* em obras de pequeno porte e identificar as adequações fundamentais ao projeto para que os processos se alinhem a este conceito.

**Palavras-chave:** *Lean, Lean Construction, Desperdício, Valor, Adequações, Construção Civil, Pequeno porte.*

## **ABSTRACT**

The Lean philosophy has as its main focus the reduction of activities that do not add value to the final product and can be used in various segments of the economy, being guided by a central thought dedicated to perfecting techniques of value conception. Each sphere of the market uses this philosophy with feasible adjustments and adaptations appropriate to each of them, and in civil construction it was no different. The problem that is the focus of this study is inefficiency in the production processes and waste of raw material. For the construction of the following work, a literature review was carried out on the main techniques and tools of Lean philosophy used in the construction industry. The present research has exploratory objectives, with a qualitative approach and as for the procedures, it is characterized as bibliographic research. For data collection, the studies were chosen according to the objectives of the present work, with a systemic analysis of the data, relating the authors selected and formulating the data through tables. Another important aspect addressed in this work is the basic principles of Lean Construction that dictate techniques for containing waste and originating agile results and engaged with the individuality of each project. This work aims to evaluate the possibility of implementing Lean Construction in small works and to identify the fundamental adaptations to the project so that the processes are aligned with this concept.

**Key-words:** Lean, Lean Construction, Waste, Value, Suitability, Construction, Small.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Princípios do pensamento lean .....	13
Figura 02- Os sete desperdícios de <i>Taiichi Ohno</i> .....	15
Figura 03- Movimento dos trabalhadores.....	18
Figura 04- Modelo tradicional de conversão.....	18
Figura 05- Modelo de processo <i>Lean Construction</i> .....	19
Figura 06- Possíveis causas e soluções para os setes desperdícios na construção civil.....	20
Figura 07- Esquema da mentalidade <i>Lean</i> .....	22
Figura 08- <i>Layout</i> de canteiro para fabricação de concreto.....	23
Figura 09- Atendendo a necessidade do cliente.....	24
Figura 10- Perda de material em alvenaria.....	25
Figura 11- Falta de material.....	26
Figura 12- Elementos pré-fabricados em aço.....	27
Figura 13- Divisórias internas em gesso.....	28
Figura 14- Transparência na especificação dos materiais que serão utilizados.....	28
Figura 15- Estoque tipo supermercado.....	29
Figura 16- Capacitação de colaboradores.....	30
Figura 17- Carrinho para transporte de material e utensílios.....	30
Figura 18- <i>Buffers</i> utilizados na construção.....	32
Figura 19- Programa 5S.....	33
Figura 20- Definição 5S.....	34
Figura 21- Aspectos que compreendem o <i>SHITSUKE</i> .....	37
Figura 22- Peculiaridades da construção e os desperdícios.....	39
Figura 23- Fatores de ação positiva.....	40
Figura 24- Análise dos processos.....	43
Figura 25- Níveis de planejamento segundo o <i>Last Planner System</i> .....	44
Figura 26: Fluxograma metodológico.....	45
Figura 27 - Fluxograma tipo de pesquisa.....	46
Figura 28- Etapas da coleta de dados.....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Principais técnicas de <i>Lean Construction</i> para obras de pequeno porte.....	50
Quadro 02- Efeitos da implantação das técnicas <i>Lean</i> .....	56
Quadro 03- Aplicações de outros métodos que auxiliam para a implementação do pensamento enxuto.....	59

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	8
1.1	Problema	9
1.2	Hipóteses	9
1.3	Objetivos	9
1.3.1	Geral	9
1.3.2	Específicos	10
1.4	Justificativa	10
1.5	Síntese Metodológica	10
<b>2</b>	<b>LEAN PRODUCTION</b>	12
2.1	Ideias Fundamentais do Pensamento <i>Lean</i>	12
2.2	Os Sete Desperdícios Fundamentais do Pensamento <i>Lean</i>	14
<b>3</b>	<b>SURGIMENTO DA LEAN CONSTRUCTION</b>	17
3.1	Implementação da <i>Lean Construction</i>	19
3.2	Os Sete Desperdícios na Construção Civil	20
<b>4</b>	<b>OS ONZE PRINCÍPIOS BÁSICOS DA LEAN CONSTRUCTION</b>	22
4.1	Reduzir Parcelas de Atividades que não Agregam valor	23
4.2	Aumentar o Valor do Produto de Acordo com as Necessidades do Cliente	24
4.3	Reduzir Variabilidade	25
4.4	Reduzir o Tempo de Ciclo de Produção	26
4.5	Simplificar Através da Redução do Número de Passos ou Partes	26
4.6	Aumentar a Flexibilidade na Execução do Processo	27
4.7	Aumentar a Transparência do Processo	28
4.8	Focar o Controle no Processo Global	29
4.9	Introduzir Melhoria Contínua ao Processo	29
4.10	Manter um Equilíbrio entre Melhorias nos Fluxos e nas Conversões	30
4.11	Referências de Ponta ( <i>Benchmarking</i> )	31
<b>5</b>	<b>TÉCNICAS E FERRAMENTAS</b>	32
5.1	<i>Just-in-time</i>	32
5.2	Programa 5S	33
<b>6</b>	<b>O CENÁRIO DAS OBRAS DE PEQUENO PORTE</b>	38
6.1	Principais Características	38
6.2	Fatores que Atuam como Obstáculos	38

6.3 Fatores que Agem Positivamente.....	39
<b>7 IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE LONGO, MÉDIO E CURTO PRAZO PARA A POTENCIALIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE UMA OBRA .....</b>	<b>41</b>
7.1 <i>Last Planner</i> .....	43
<b>8 METODOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
8.1 Tipo de Pesquisa.....	45
8.2 Coleta de Dados.....	47
8.3 Análise de Dados.....	48
<b>9 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>50</b>
9.1 Principais Técnicas de <i>Lean Construction</i> Para Obras de Pequeno Porte.....	50
9.2 Efeitos da Implantação das Técnicas <i>Lean Construction</i> .....	55
9.3 Aplicações de Outros Métodos que Auxiliam para a Implementação do Pensamento Enxuto.....	58
<b>10 CONCLUSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a filosofia *Lean* foi sendo utilizada em várias esferas do mercado, por meio de ajustes apropriados a cada uma delas, guiados por uma linha de pensamento que se dedica a perfeição das técnicas mediante a concepção de valor em uma sequência puxada pelo cliente, baseada na redução de desperdícios e tarefas que não adicionam valor ao produto final.

A implantação de um método inovador de produção não obriga a empresa fazer uso exclusivo do mesmo, existe a liberdade dela utilizar características do sistema, adaptando-as às suas individualidades e aprimorando os efeitos de suas técnicas. Entretanto, é visível que este método apresentou efeitos relevantes na redução de tempo de espera, mão-de-obra, custeio e todos os prováveis benefícios ligados a esses aspectos.

A viabilidade de se adaptar as técnicas *Lean* em diferentes setores, respeitando a veia central do conceito, traz consigo várias oportunidades de aperfeiçoamento de serviços para inúmeros campos da economia.

A partir desse pensamento, Koskela (1992) deu início aos primeiros estudos com base na possibilidade de implantar os conceitos e processos *Lean* na indústria da construção civil, criando a ideia *Lean Construction*, elaborada para a gestão dos métodos incluídos no setor, com adaptação do *Lean Thinking* às suas particularidades.

Existem diversas possibilidades de aplicação, contudo trabalhosa, tendo em vista que a construção civil possui projetos de longa duração, grande número de colaboradores e especificações diferentes a cada projeto. Dessa forma, a *Lean Construction* busca ultrapassar esses empecilhos, de forma a centralizar os esforços no planejamento para a obtenção de uma aplicação mais determinada, contendo desperdícios e originando resultados ágeis e engajados com as individualidades de cada projeto. Este segmento do mercado tem buscado cada vez mais fazer investimentos no aperfeiçoamento das suas técnicas de produção (Sarhan; Fox, 2013).

Na maioria das vezes, a implementação de um sistema de produção potente e ordenado necessita de investimento, tempo e especialização profissional, fatores que geralmente são encontrados somente em construção de grande porte, pois as obras menores carecem de técnicas e recursos disponíveis para aplicação da *Lean Construction* de forma apropriada e obter benefícios deste sistema.

De acordo com Souza e Silva (2007), a deficiência de empreendimentos de pequeno porte é proveniente da ausência de estratégias e instruções apropriadas. É necessário então, utilizar uma assistência adequada da obra como facilitadora, de modo a atrelar o processo de

execução com as expectativas da obra, impossibilitando descontentamento no final do processo construtivo.

A partir dessas e de outras premissas, o presente trabalho irá avaliar a possibilidade da implementação da *Lean Construction* em obras de pequeno porte e identificar as adequações fundamentais ao projeto para que os processos alinhados a este conceito estejam disponíveis aos responsáveis por projetos menores.

## 1.1 Problema

Ao longo dos anos, a construção civil foi fortemente criticada devido a características adquiridas, como alto custo de produtos, ineficiência nos processos de produção e desperdício de matéria-prima.

Esse cenário impulsionou o surgimento de métodos de gestão inovadores que otimizam os processos da construção civil, reduzem custos e atendem com excelência as necessidades das empresas e dos clientes, fazendo com que as empresas se mantenham presentes no mercado e aumentem sua competitividade.

O modelo de gestão *Lean Construction* (Construção Enxuta) propõe aperfeiçoar os processos desde o planejamento da obra até a entrega do produto final, eliminando desperdícios e aumentando a produtividade, desta forma, o modelo de gestão *Lean Construction* é capaz de potencializar as técnicas de uma obra de pequeno porte que requer garantia de qualidade final do produto, cumprimento de prazos estabelecidos e controle de custos?

## 1.2 Hipóteses

- O método de gestão *Lean Construction* consegue reduzir custos.
- É possível reduzir ou aperfeiçoar atividades que não acrescentam valor.
- Como aumentar a eficiência da mão de obra garantindo a qualidade final do produto.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Geral

Estudar os conceitos e impactos resultantes da utilização de práticas de *Lean Construction*, com ênfase no planejamento e ferramentas discutidas na literatura, para deste modo verificar a aceitabilidade e as barreiras de executá-los em projetos de menor dimensão.

### 1.3.2 Específicos

- Demonstrar a utilização das ideias e técnicas *Lean* para as obras de pequeno porte;
- Verificar os efeitos da implantação das técnicas *Lean*;
- Analisar a aplicação de outros métodos que auxiliam para a implementação do pensamento enxuto.

## 1.4 Justificativa

Um dos setores mais antigos e de grande consumo do mundo é a construção civil, porém ainda necessita muito de inovações em seus processos e produtos quando comparada a outros ramos da indústria, além de ser composta por técnicas artesanais.

São características como essas que colaboram para ações de improviso, o que aumenta as atividades que não acrescentam nenhum valor ao produto final, além de contribuírem com a elevação de seus custos.

Neste sentido, observou-se a carência de um modelo de gestão que consiga suprir todas essas questões. Desta forma, este trabalho tratará dos conceitos, ferramentas, princípios e impactos da aplicação de práticas da construção enxuta em obras de pequeno porte, com a finalidade de analisar os processos construtivos, separando as tarefas que agregam valor das que não agregam, para que essas últimas possam ser minimizadas ou eliminadas, reduzindo custos, aumentando a competitividade das empresas no mercado e garantindo a satisfação do cliente.

## 1.5 Síntese Metodológica

O presente trabalho está estruturado em introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e discussão, conclusão e encerrado com as referências bibliográficas consultadas. No primeiro capítulo, se tem a introdução, que aborda uma rápida ideia da justificativa deste trabalho, bem como a problemática e objetivos.

No segundo capítulo inicia o embasamento teórico, abordando as definições e ideias do *Lean Production*. Logo em seguida, no terceiro capítulo, é a apresentado o surgimento e implementação da *Lean Construction*. O quarto capítulo apresenta os princípios da *Lean Construction* com demonstração prática.

O quinto capítulo faz uma abordagem às ferramentas e técnicas utilizadas para implementar a *Lean Construction*, seguida pelo sexto capítulo que trata do cenário atual das

obras de pequeno porte. O sétimo capítulo finaliza o embasamento teórico com os conceitos e importância de planejamento de longo, médio e curto prazo.

O oitavo capítulo aborda a construção da estrutura do trabalho, desde a formulação do problema até a conclusão, enfatizando sobre o tipo de pesquisa, coleta e análise dos dados. O nono capítulo trata da discussão dos resultados obtidos nas obras estudadas para elaboração do presente trabalho em conformidade com os objetivos propostos.

A conclusão se encontra no décimo capítulo, onde finaliza o que foi desenvolvido no decorrer do trabalho, reforçando a ideia principal da *Lean Construction*. Por fim, as referências bibliográficas consultadas para a realização deste trabalho.

## **2 LEAN PRODUCTION**

Denominada por Krafcik (1988), *Lean Production* (Produção Enxuta) refere-se aos conceitos manufatureiros elaborados no Japão, que depois da Segunda Guerra Mundial estava com um mercado economicamente enfraquecido, onde o objetivo primordial era a eliminação de desperdícios, isto é, qualquer ação ou processo que não acrescenta valor ao produto final, para que assim houvesse uma redução nos custos de produção da rede produtiva.

A expressão *Lean* é baseada mais especificamente no conhecido Sistema Toyota de Produção, que foi desenvolvido em meados da década de 1950 no Japão, que encarava uma sequência de problemas financeiros provocados pelo fim da guerra (RODRIGUES, 2014).

A indústria japonesa sofria uma enorme discrepância se comparada à indústria americana, de acordo o que menciona Sayer e Walker (1992), um objeto que levava um dia e meio para ser fabricado pelos americanos correspondia a produção anual japonesa. Isso ocorria devido ao uso de procedimentos manufatureiros inapropriados que conduzia ao desperdício. Dessa forma, a fabricação de automóveis no Japão seria possível ao passo que o desperdício fosse reduzido ou eliminado.

A meta de alcançar a produção da indústria americana, estipulada pelo presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, em 1945, foi outro aspecto que contribuiu para a busca de métodos inovadores de produção mais racionalizada. Isso fez com que os métodos americanos de produção fossem estudados e adaptados à realidade japonesa da época (Ohno, 1997).

Para (Bernardes, 2003), a produção enxuta se define como:

A produção enxuta é ‘enxuta’ por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais no local da fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos. (Womack *et al*, 1992, p.3 apud Bernardes, 2003).

Contudo, o termo produção enxuta começou a fazer mais sentido quando perceberam que aumentaria a produção e diminuiria os gastos.

### **2.1 Ideias Fundamentais do Pensamento *Lean***

Para a elaboração do conceito do pensamento *Lean* e objetivando gerar possibilidades para satisfazer integralmente às necessidades e anseios dos clientes, Womack e Jones (2004) definiram cinco ideias fundamentais que se fizeram indispensáveis, são elas: valor, cadeia de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

Na Figura 1 é possível observar a ligação entre essas ideias e a melhoria contínua e sua importância para que empresas permaneçam no mercado por bastante tempo.

Figura 1: Princípios do pensamento *Lean*



Fonte: Rodrigues, (2014).

1. Valor: para Rodrigues (2014), no sistema *Lean*, valor é a ideia inicial e que orienta todas as outras. Valor de um item é o que satisfaz absolutamente a anseios, necessidades e entusiasmo do cliente final, pois este, só está decidido a pagar por algo que ele acha e compreende por valor. No entanto, aquilo que não acrescenta nenhum valor a um produto ou ao processo de produção desse produto, mas gera gasto de tempo, insumos, ou, seja qual for o recurso, é denominado de “muda” (desperdício), que são relacionados a perdas ou desperdício.
2. Cadeia de valor: a cadeia de valor é formada por todos os órgãos que contribuem no processo para o atendimento do cliente final, como fornecedores, organização focal, distribuidor, entre outros (Rodrigues, 2014). A partir da cadeia de valor é possível que a empresa identifique cada etapa da produção e determine a necessidade de cada uma, levando em consideração somente o que o cliente compreende como valor.
3. Fluxo: segundo Lorenzon (2006), o fluxo compreende um grupo de aspectos a serem analisados, como materiais utilizados, relação das atividades com seu custo e duração, classificação de equipamentos, entre outros. É o fluxo da cadeia de valor que deve direcionar e abranger todos os atores do procedimento para que cada etapa esteja sempre gerando valor para a seguinte, dando ênfase principalmente para a eficácia da conexão produto x cliente em todas as fases da produção, não se restringindo apenas a estrutura e equipamentos.

4. Produção Puxada: a abertura de todo o processo produtivo do sistema *Lean* é determinada pela produção puxada, Rodrigues (2014) afirma que não se deve fazer algo sem que o cliente do processo seguinte solicite, ou seja, sem que ele “puxe”, isso nivela toda a cadeia produtiva e gera um fluxo contínuo e eficaz. Esse tipo de produção só é possível através de um planejamento prévio em todos os setores do sistema produtivo, relacionando a demanda do cliente com a capacidade produtiva. Utilizar os conceitos de produção puxada nem sempre será viável, pois é necessário que a produção tenha processos sem grandes alterações de demanda.
5. Perfeição: de acordo com Sato (2012), a busca pela perfeição só é possível em virtude da transparência do processo, o que facilita a descoberta de melhores formas para criar valor. Dessa forma, a busca pela perfeição objetiva a melhoria do processo produtivo de forma constante e definitiva, tendo em vista que as chances de evolução estão presentes em todas as fases e órgãos envolvidos, e para que os processos se ajustem de modo a consumir menos mão de obra, tempo, equipamentos, espaço, entre outros, é necessário que o cliente final dê comandos claros e transparentes e que esses comandos sejam decifrados por toda a rede.

## 2.2 Os Sete Desperdícios Fundamentais

O principal e imutável foco do pensamento *Lean* é a exclusão de “mudas” (desperdícios) em todas as atividades do processo produtivo através do aperfeiçoamento ou modificações dos mecanismos que as constituem.

Vários recursos e ferramentas são utilizados para essa finalidade e uma das mais eficientes foi desenvolvida através das inquietudes de Taiichi Ohno quando foi executivo da Toyota.

Para Ohno (1997, p.38), os resultados empresariais apresentavam duas categorias: na primeira ele julgava que “o aumento da eficácia só faz sentido quando está associado à redução de custos” e, na segunda, que “a eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo”, ou seja, a eficácia total só será alcançada se o desperdício for zerado.

No entanto, de acordo com Azevedo (2010), identificar e eliminar os excessos dentro do processo de produção é o maior obstáculo do sistema *Lean*. Seguindo o principal foco do pensamento *Lean*, Ohno (1997) criou sete grupos de desperdício, exibidos na Figura 2: Superprodução, Tempo de espera, Deslocamento, Estoque, Processos e Defeitos.

Figura 2: Os sete desperdícios de Taiichi Ohno



Fonte: Rodrigues, (2014).

O desperdício referente a superprodução se caracteriza pela produção em excesso, ou seja, quando a produção é feita além do que a demanda requer, isso acaba gerando estoques extras, o que predispõe a omissão de problemas em todo o processo. O desperdício por conta da espera está relacionado ao tempo em que um colaborador deixa de realizar suas atribuições por ter que esperar outra etapa do processo ser concluída.

Quanto ao desperdício associado pelas atividades de transporte, ocorre sobretudo devido a projetos de *layouts* mal elaborados que dificultam o deslocamento dos produtos dentro do estoque e/ou da empresa e, qualquer movimento que não acrescenta valor ao produto e que gere custos deve ser eliminado.

Segundo Rodrigues (2014), desperdícios vinculados ao processamento incorreto estão associados a atividades e técnicas supérfluas ou que foram realizadas de forma inadequada e a contar do instante em que esse desperdício é analisado, é possível detectar processos que geram custo e que não acrescentam valor para o produto processado, em outras palavras, é executar movimentos que ultrapassem o que o cliente solicitou e o que ele está disposto a pagar.

A causa do desperdício relacionado ao estoque compete a estocagem de produtos que foram produzidos muito cedo, ou em quantidades que excedam o necessário, ou que ficaram inacabados, esse tipo de desperdício acarreta em várias consequências como alto custo para sustentar a estocagem além da ocupação de locais que poderiam estar sendo usados para a execução de outras atividades.

A movimentação causa desperdício quando o *layout* da localização das ferramentas de trabalho é mal planejado impedindo ou dificultando o movimento dos colaboradores no ato de suas funções. Já os defeitos dos produtos provocam desperdícios causados pela produção de

bens ou serviços com inconformidades nas especificações solicitadas pelo cliente, gerando retrabalho e, com isso, promovendo custos elevados para a empresa.

Portanto, é possível afirmar que a produção enxuta detém a competência de satisfazer as exigências de seus clientes utilizando quantidades menores em quase tudo o que integra os processos produtivos da organização, se comparado aos outros métodos de produção (Womack; Jones, 1990; Hofacker, 2010).

### 3 SURGIMENTO DA *LEAN CONSTRUCTION*

Segundo Cruz (2011), as peculiaridades materiais do produto final é o que distingue a indústria da construção civil da indústria da manufatura, pois na primeira os produtos são exclusivos e complicados, possuem ambiente de produção provisório onde ocorre alterações de *layout*, gerando improvisação na maior parte das vezes.

Considerando que a construção civil é uma das atividades mais antigas e com um dos maiores consumos do mundo, o finlandês Lauri Koskela notou que havia uma carência de pesquisas e estudos acadêmicos sobre práticas da metodologia *Lean* na construção civil e passou a elaborar através de seus estudos, um novo conceito de adequação das características de produção enxuta à indústria da construção civil, denominando seu trabalho de “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”, onde determina a *Lean Construction* como uma “nova filosofia de produção para a construção civil” (Koskela, 1992).

Dessa forma surgiu a *Lean Construction* (Construção Enxuta), com a introdução de um novo modelo de conhecimento da rede produtiva do setor de construção civil. Logo, a construção enxuta vai além de analisar projetos como simples transformação, pois esse novo conceito engloba versatilidade, tempo e satisfação do cliente como fatores fundamentais para o processo de decisão (Wiginescki, 2009).

Visar sequenciar atividades de maneira integrada, formulando as atividades de forma balanceada, o que significa atividades no mesmo ritmo, é o que objetiva a abordagem *Lean*. Essa solução tem como resultado da fragmentação da sequência de atividades dentro da obra. A indústria da construção civil é reconhecida pelo tradicionalismo, sendo a maior parte do seu meio de produção executada de forma empírica e artesanal, dessa forma, adaptar e aplicar os conceitos da produção enxuta nesse ramo se torna um desafio para um profissional de gerenciamento de um setor que projeta a longo prazo em que cada obra possui características próprias, além da falta de visão estratégica.

Junqueira (2006, p.11) faz a seguinte declaração sobre a implantação do *Lean* na construção civil:

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

A *Lean Construction* desponta então para ultrapassar esses empecilhos, concentrando seu empenho para alcançar uma maior organização na execução e assim evitar desperdícios e material. Ao eliminar desperdícios a parcela do trabalho que agrega valor

aumenta e a que não agrega valor é reduzida. A Figura 3 mostra um gráfico com o movimento dos trabalhadores em serviços que agregam valor ao produto, serviços que não acrescentam valor ao produto e perdas que podem e devem ser extintas do processo produtivo.

Figura 3: Movimento dos trabalhadores

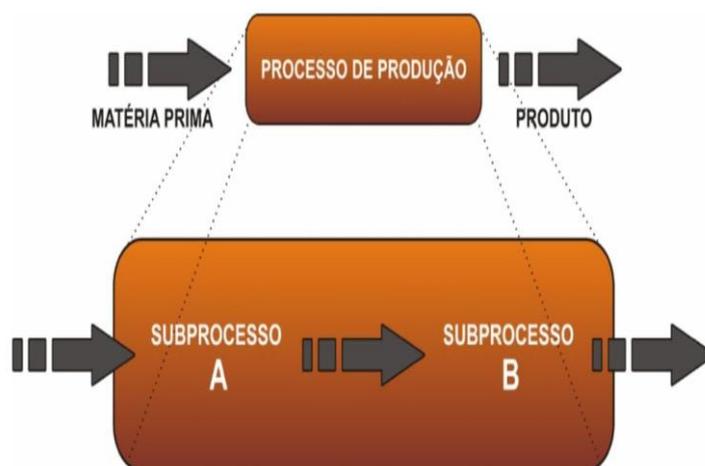


Fonte: Bulhões, (2009).

Ao passo em que há dificuldade na implantação da ideia, existe uma facilidade no que se refere à modificação das rotinas na empresa, pois depende exclusivamente do bom desempenho do profissional gerenciador, devido a não incluir grandes inovações tecnológicas.

De acordo com Koskela (1992), a construção civil lida com um modelo fortemente tradicional que olha para a construção como uma operação de conversão pura, por esse motivo, este modelo é denominado de modelo de conversão, como pode ser observado na Figura 4 que divide o processo de produção em subprocessos.

Figura 4: Modelo tradicional de conversão



Fonte: Koskela, (1992).

Dessa maneira as etapas de transporte, inspeção, espera, que não acrescentam valor ao produto final são denominadas de etapa de fluxo, embora nem toda tarefa de processamento agregue valor, pois em algumas situações essas tarefas são de retrabalhos (Oliveira et al., 2015).

É possível observar na Figura 5, o modelo dos estágios de produção na construção civil, onde a etapa que carece de ser verificada com maior relevância engloba-se na parte do processamento, onde estão dispostas as atividades que não acrescentam valor ao produto final, como os retrabalhos e produção de rejeitos. Segundo Koskela (1992), essas atividades são geradas pelo fato de que a filosofia tradicional menospreza os fluxos e, com a adoção do novo modelo, a construção enxuta obtém ganhos por meio do aprimoramento dos fluxos e das atividades, em virtude de possuir uma visão mais ampla do processo.

Figura 5: Modelo de processo *Lean Construction*



Fonte: Koskela, (1992).

Portanto, os fluxos devem ser analisados com uma exclusiva relevância, para que a construção enxuta emita resultados e funcione mediante as necessidades produtivas da obra (Koskela, 2000). Outro fator que define os processos da construção enxuta é a geração de valor que está diretamente relacionada com a satisfação do cliente e não somente associada à execução de um procedimento. Desse modo, um procedimento só gera valor se as ações de processamento modificam os insumos nos produtos solicitados pelos clientes, internos ou externos (Formoso, 2002).

### 3.1 Implementação da *Lean Construction*

De acordo com Koskela (1992), existem quatro aspectos indispensáveis para a implementação da *Lean Construction*, são eles:

- Gerência comprometida, pois é ela que deve dar o *start* inicial, com todos totalmente inteirados da nova filosofia e transmitir para a organização;
- Focar nas melhorias calculáveis e executáveis ao invés de apenas produzir competências;
- Envolvimento de todos os colaboradores;

- Conhecimento, que pode ser adquirido com o teste de novas habilidades por meio de projetos piloto ou solicitando informações externas.

Dessa forma, “o grande desafio da construção enxuta é eliminar tudo aquilo que não agrega valor, para que desse modo, os custos sejam reduzidos e se possa ser gerado um maior lucro” (Sarcinelli, 2008, p. 41). Geralmente, os serviços que não acrescentam valor estão camuflados em deslocamento, retrabalhos e movimentação dispensáveis que são originados por várias causas, como, projetos mal elaborados, gestão ineficaz e a gerência tem obrigação de compreender que a cada ganho individual obtido, estão agregando um ganho maior do todo (Sarcinelli, 2008).

### 3.2 Os Sete Desperdícios na Construção Civil

Conforme a filosofia *Lean Construction* e de acordo com a explanação do tópico 2.2 do presente trabalho, há sete tipos de desperdícios que precisam ser excluídos. É de fundamental importância que as empresas de construção civil utilizem de forma adequada os procedimentos corretos para eliminar os sete desperdícios detectados por Taiichi Ohno para que a aplicação da *Lean Construction* seja realizada com sucesso.

Na Figura 6 é apresentado um resumo com a relação dos sete desperdícios na construção civil, frisando as causas mais importantes, bem como os resultados mais adequados para a extinção de tais desperdícios na indústria da construção civil (Guimarães; Guimarães, 2016).

Figura 6: Possíveis causas e soluções para os sete desperdícios na construção civil

DESPERDICIOS	POSSIVEIS CAUSAS	POSSIVEIS SOLUÇÕES
Superprodução	Lotes grandes; Produção Empurrada;	Realizar somente o necessário; Puxar a produção;
Espera	Espera por materiais; Imprevistos da produção;	Sincronizar o fluxo de materiais; Realizar TPM (manutenção preventiva);
Transporte	Layout inadequado; Custos elevados de transporte;	Projetar layout celular para minimizar o transporte; Reduzir movimentação de materiais e o tamanho dos lotes;
Processos inadequados	Falta de padronização; Material Inadequado;	Realizar mapeamento do fluxo de valor; Garantir a qualidade dos materiais;
Estoque	Produto obsoleto; Grande flutuação da demanda;	Realizar acompanhamento do ciclo de vida dos produtos; Utilizar projeto modular;
Movimentação	Padrões inadequados; Layout inadequado;	Reduzir deslocamentos; Realizar estudos de tempos e movimentos;
Defeitos	Falta de treinamento dos colaboradores; Processos de fabricação inadequados;	Treinar os funcionários; Utilizar mecanismos de prevenção de falhas;

Fonte: Guimarães & Guimarães, (2016).

Segundo Santo (2008), a partir da década de 90 a construção civil começou a elevar seus conceitos de controle e qualidade devido a introdução de procedimentos padronizados na indústria da construção, indústria essa, que necessita cada vez mais de oferecer produtos de qualidade com preços competitivos e isso faz com que a mesma melhore continuamente todos os seus processos e atividades da cadeia produtiva.

#### 4 OS ONZE PRINCÍPIOS BÁSICOS DA *LEAN CONSTRUCTION*

A *Lean Construction* possui um conjunto de onze princípios que são essenciais para uma gestão de projetos eficiente. Esses princípios são baseados nos conceitos básicos da construção enxuta apresentados no trabalho de Koskela (1992) e, segundo ele, são os guias da construção enxuta.

Partindo do princípio de se utilizar os mandamentos da metodologia *Lean* visando transformar uma edificação numa construção enxuta, sem haver desperdício, se transfere grande parte da responsabilidade disso para aqueles que realizarão a tarefa na prática, ao passo que serão eles que realmente vão gerar valor aliado a obra e redução dos custos desnecessários.

Entretanto, as atividades de gerenciamento da aplicação e do controle dessa metodologia são bem mais fáceis em ambientes menores, pois há um número de operários menor bem como o espaço físico, propriamente dito.

Tendo em vista esse tipo de construção, os princípios da metodologia *Lean Construction*, são capazes de garantir, quando implantados de maneira correta, redução de custos, otimização do trabalho, cumprimento dos prazos e metas, e ainda a satisfação de todos os envolvidos no processo, clientes, funcionários etc.

De acordo com os autores Souza e Silva e Felizardo (2007, apud Wiginescki, 2009), problemas como desperdícios, baixa qualidade de produto e necessidade de refazer um serviço são consequências, em sua maioria, de obras feitas sem planejamento e/ou acompanhamento durante o processo, sendo o baixo valor dos orçamentos um dos motivos para tal.

Eles ainda apontam que as utilizações dos princípios da *Lean Construction* em obras com curto prazo apresentam enormes vantagens, ao passo que atrasos numa obra acarretam, frequentemente, perda no faturamento por dias não trabalhados, como seria o caso de edificações comerciais.

Sendo a construção enxuta uma mudança de pensamento, ela precisa vencer a barreira das pessoas, a implantação do processo precisa acontecer de forma linear e a gestão pessoal precisa agir através de aulas de treinamento voltadas à mudança de atitudes, quando isso ocorre as melhorias são observadas acontecendo.

Dificuldades como essa são muito por conta da falta de informação quanto aos conceitos *Lean*. Apesar da falta de familiaridade, essas situações podem ser contornadas através dos treinamentos e empenho na mudança dos comportamentos (Salem, 2005 apud Wiginescki, 2009). A Figura 7 demonstra um esquema da mentalidade *Lean*:

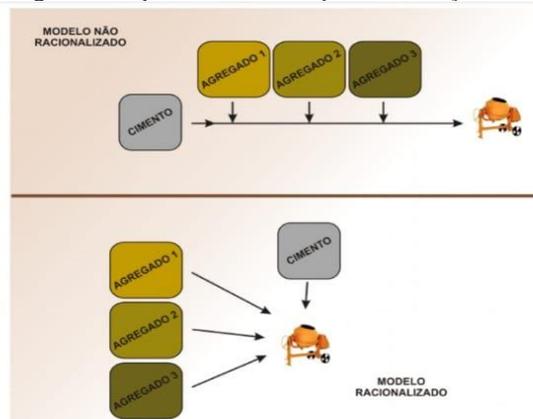
Figura 7: Esquema da mentalidade *Lean*

Fonte: Alves, (2011).

A Figura 7 aborda a relação entre preço e custo e é notada quando se fala de valor do serviço, a maximização deste atrelada a diminuição de desperdícios gera um grande lucro, nesse sentido para que haja lucro é necessário que se busque aumentar o valor e eliminar o desperdício.

#### 4.1 Reduzir Parcelas de Atividades que Não Agregam Valor

O primeiro e principal princípio de acordo com Koskela (1992), é reduzir todas as parcelas de atividades que não agregam valor, pois dentro de uma obra existem processos que não alteram em nada o valor final da qualidade da construção, para isso, é importante ter conhecimento de sua natureza e constatar suas principais causas (Formoso, 2002). Um exemplo desse tipo de ação é a distância de carga e descarga longe do local de aplicação. Atividades como essa sendo eliminadas não trariam nenhum impacto no resultado final da obra, pois são atividades que não geram valor e quanto menos houver esse tipo de processos na obra, mais barata ela ficará devido ao corte de desperdícios. É possível observar esse princípio na Figura 8:

Figura 8: *Layout* de canteiro para fabricação de concreto

Fonte: Ferreira, (2012).

A Figura 8 exemplifica esse princípio, através de dois *layouts* de canteiro de obra para a fabricação de concreto. Pode-se observar que ter um bom arranjo dos materiais propicia um local de serviço mais racionalizado, aumentando a produtividade e reduzindo desperdícios.

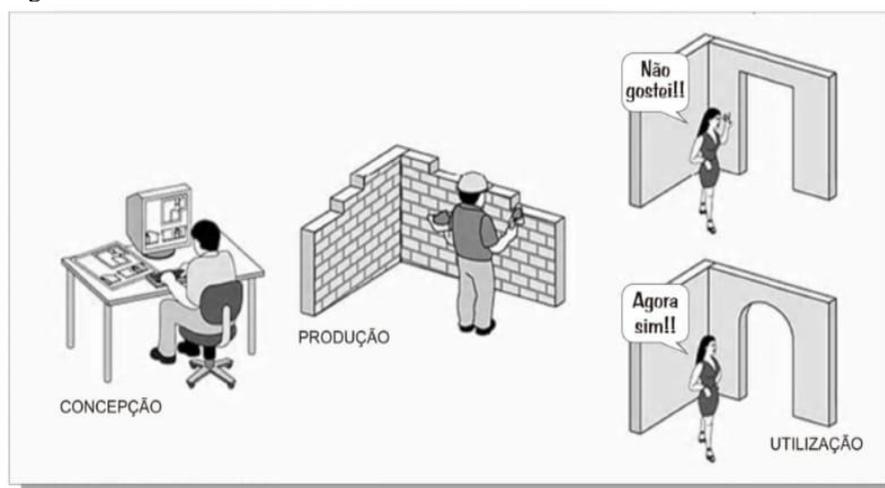
#### 4.2 Aumentar o Valor do Produto de acordo com as Necessidades do Cliente

Outro critério básico da *Lean Construction* é aumentar o valor do produto considerando as necessidades do cliente, nesse princípio, o foco é o cliente, sempre maximizando o que gera valor final para ele. Segundo Sarcinelli (2008), é de suma importância que as imposições do cliente sejam solucionadas para que se evite retrabalhos e acrescente valor ao produto final.

Ao planejar uma obra é sempre necessário mostrar os dados e as preferências do consumidor potencial do empreendimento para os gestores da empresa, sempre as respeitando para que assim gere-se valor para o consumidor e aumente o valor agregado do empreendimento.

Um exemplo disso é quando a equipe de estrutura respeita e pensa na estrutura de forma eficaz, afim de que não haja influência negativa nos serviços subsequentes, como o revestimento cerâmico. Contudo, deve-se sempre pensar em conjunto para facilitar a vida do cliente e aumentar o valor em cima do empreendimento. Observe a Figura 9:

Figura 9: Atendendo a necessidade do cliente



Fonte: Souza, (2005).

Conforme ilustrado na Figura 9, o cliente costumeiramente faz algumas exigências, o cumprimento destas, agrega valor satisfatório na experiência. De acordo com Isatto *et al.* (2000), essas exigências precisam ser esclarecidas antes mesmo do início dos projetos, para que

já sejam incluídas e que se evite mudanças no cronograma e na execução dos serviços, além de atrasos e desperdícios.

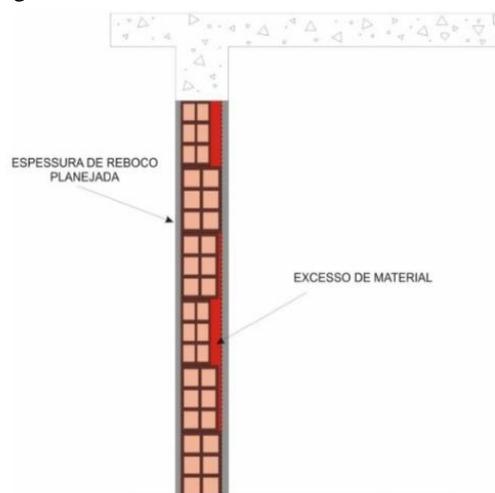
### 4.3 Reduzir a Variabilidade

Reduzir a variabilidade também é um princípio da construção enxuta, de acordo com Koskela (1992), seu principal fator é padronizar processos, pois existem várias variabilidades, desde a aquisição de materiais até o produto final do empreendimento. Para Formoso (2002), uma parcela dessa variabilidade pode ser restringida com a padronização de processos, no entanto, existe uma parte dela que não pode ser dispensada.

Unindo esse princípio com o primeiro que é diminuir o que não agrega valor, será possível criar processos com o mínimo de desperdícios, processos esses que já estavam prontos para serem utilizados nas obras a partir desse ponto em diante, por esse motivo é aconselhável criar processos que melhorem a forma de trabalhar e que combine com o estilo do que a empresa realiza.

Fazendo a redução da variação de medidas entre os blocos cerâmicos, buscando uniformizá-las, se diminui a quantidade necessária de argamassa para emboçar e rebocar, assim ganhando na produtividade dos funcionários da obra. Na Figura 10 pode-se ver essa relação:

Figura 10: Perda de material em alvenaria



Fonte: Ferreira, (2012).

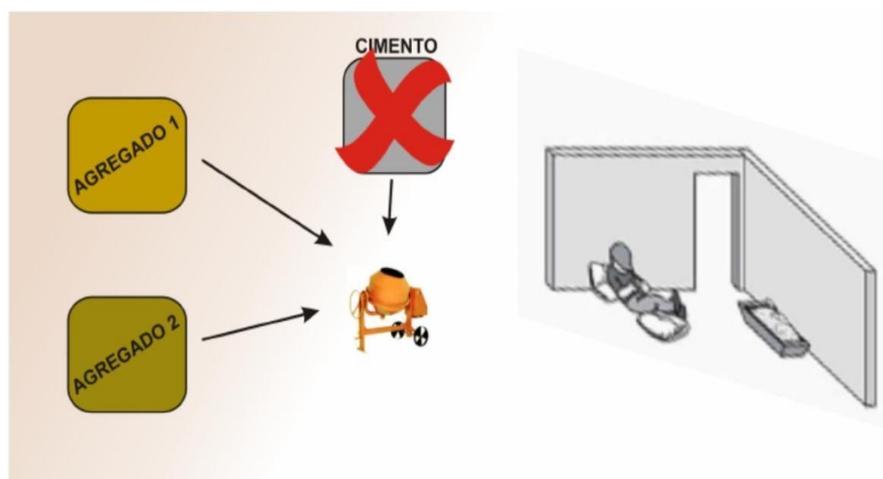
A Figura 10 exemplifica um caso onde, por conta da variação das medidas do tijolo, a quantidade necessária de argamassa utilizada foi maior do que a especificada em projeto. Esse extrapolamento significa um custo adicional no orçamento inicial, devido ao gasto extra de mão de obra e material.

#### 4.4 Reduzir o Tempo de Ciclo de Produção

A redução do tempo de ciclo dos processos é outro pilar da *Lean Construction*. O tempo de ciclo é o somatório de todos os tempos de realização de alguma tarefa, esse princípio se refere à diminuição desse tempo, a utilidade dessa redução é que a entrega do produto final tende a ser mais rápida, a gestão torna-se mais simples devido a existir menos produtos inacabados, as estimativas da obra tendem a ser mais precisas além do efeito do aprendizado dos trabalhadores aumentarem, o que gera menos erros.

Para Koskela (1992), qualquer alteração de acréscimo no tempo de ciclo representa um alerta de que algum parâmetro não está correto. O caso demonstrado na Figura 11 representa esse princípio:

Figura 11: Falta de material



Fonte: Ferreira, (2012).

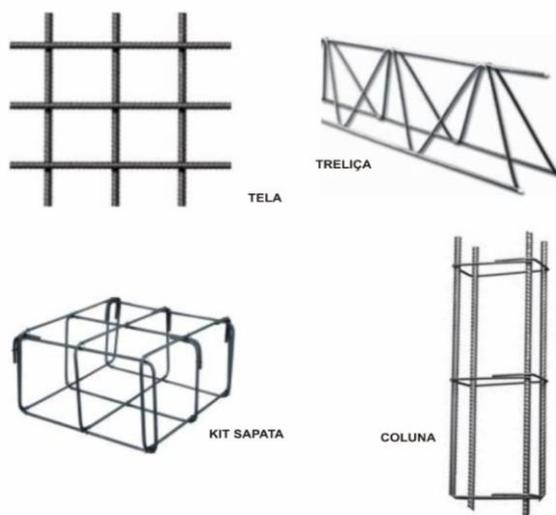
É possível observar na Figura 11 que em caso de haver erro na área de planejamento para aquisição dos materiais, o processo pode parar completamente, assim resultando num desperdício de mão de obra, o que vai no sentido contrário aos ensinamentos da construção enxuta sobre tempo e produtividade.

#### 4.5 Simplificar Através da Redução do Número de Passos ou Partes

Outro fator que se destaca é a simplificação através da redução do número de passos que segundo Bernardes (2001) significa reduzir os componentes de um produto ou determinado serviço, podendo ocorrer em atividades secundárias de preparação e conclusão, como limpeza, montagem de andaimes, inspeção corriqueira entre outras. De acordo com Formoso (2002), o número de tarefas que não acrescentam valor ao produto aumenta conforme o acréscimo do número de passos.

Contratar equipes polivalentes que reduzem o número de funcionários especializados e utilizar elementos pré-fabricados como exemplificado na Figura 12, também são estratégias de grande eficácia, pois eliminam tarefas auxiliares.

Figura 12: Elementos pré-fabricados em aço



Fonte: Gerdau, (2011).

Ao se tomar a medida ilustrada na Figura 12, se elimina por exemplo, o passo de corte e dobra do aço para a elaboração da armadura de uma viga, laje ou pilar.

#### 4.6 Aumentar a Flexibilidade na Execução do Processo

A construção enxuta também recomenda o princípio do aumento da flexibilidade de saída, para Formoso (2002, p.10) “refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos”.

Esse princípio está diretamente relacionado à geração de valor, a partir do momento em que a empresa aumenta a flexibilidade de saída do empreendimento ela proporciona ao cliente o poder de escolha e de personalização, sem aumentar de forma significativa os custos da produção, por exemplo: se a empresa consegue utilizar métodos construtivos que proporcionam flexibilidade de lajes, que façam com que os clientes possam escolher o *layout* e produzir o próprio desenho do seu apartamento, estará aumentando a flexibilidade de saída e consequentemente aumentando também o valor agregado do empreendimento.

Adotando divisórias internas por meio de peças em gesso, observa-se na Figura 13, que a edificação se torna mais provável de agradar futuros clientes que possam querer realizar mudanças não previamente estabelecidas no planejamento da obra.

Figura 13: Divisórias internas em gesso



Fonte: Ferreira, (2012).

Essa alternativa é o significado de aperfeiçoar o produto, garantindo uma maior flexibilidade, mesmo que não tenha sido planejada no início do projeto.

#### 4.7 Aumentar a Transparência do Processo

O aumento da transparência dos processos é um princípio de grande importância na construção enxuta, segundo Peretti (2013), este princípio revela alterações no processo, o que favorece sua reparação e permite envolvimento da mão de obra. Quando os funcionários de uma empresa conhecem profundamente o funcionamento dos processos da obra, a tendência é que os erros se tornem menos suscetíveis.

Por esse motivo, Koskela (1992) afirma que é imprescindível que a empresa disponha de uma boa visualização de informações relevantes para a produção, indicadores de desempenho com foco na melhoria, na organização, na limpeza e na segurança da obra para que este princípio esteja sendo aplicado da forma mais adequada. Observe a Figura 14:

Figura 14: Transparência na especificação dos materiais que serão utilizados



Fonte: Arruda, (2017).

Na Figura 14 está exemplificada a visualização de informações de determinados materiais que serão utilizados em um projeto específico, facilitando assim o uso dos mesmos e evitando perda de tempo ao procurar tais informações.

#### 4.8 Focar o Controle no Processo Global

Focar o controle no processo global é mais um princípio da construção enxuta que de acordo com Koskela (1992), deve ser avaliado de maneira que se conquiste a melhoria contínua da empresa. Esse princípio de focar o controle no processo global deve analisar a melhoria do processo por completo e não somente nas fases do mesmo (Isatto et al., 2000). Dessa forma, os processos devem ser controlados para averiguar se os variados interesses da empresa estão prosseguindo na mesma direção.

Identificar o momento ideal para a compra de materiais, impossibilitando atrasos ou compras supérfluas que podem gerar desperdício por excesso de entrega são exemplos desse princípio. A Figura 15 demonstra um exemplo de tal princípio:

Figura 15: Estoque tipo supermercado



Fonte: Romanel (2009).

Observa-se na Figura 15 que ao colocar no estoque do supermercado, os materiais e produtos utilizados nos processos, são guardados de maneira a proporcionar maior visibilidade, acesso mais fácil, além de um controle mais detalhado e, conseqüentemente, melhor gestão.

#### 4.9 Introduzir Melhoria Contínua ao Processo

Outro princípio da construção enxuta é o de introduzir melhorias contínuas no processo, e entender o processo por completo possibilita a análise dos resultados além de facilitar a sugestão de soluções mais eficientes (Koskela, 1992).

Essa aplicação da melhoria contínua pode ser realizada em conjunto com outros princípios, possibilitando estabelecer ganhos competitivos superiores aos das empresas concorrentes. Esse princípio revela uma opção promissora para o êxito da introdução da mentalidade enxuta. Observe o que demonstra a figura 16:

Figura 16: Capacitação de Colaboradores



Fonte: Romanel, (2009).

As empresas de construção civil têm investido sempre mais na melhoria contínua em seus processos através de cursos que abordem o assunto em seus canteiros de obras, como mostrado na Figura 16, esses cursos geralmente são realizados por empresas de consultoria, onde apresentam e explicam o tema para os colaboradores do processo produtivo (Carvalho, 2008).

#### **4.10 Manter um Equilíbrio entre Melhorias nos Fluxos e nas Conversões**

Segundo Koskela (2002), esse é um princípio a ser atentado já na área de planejamento da obra, de forma a evitar a colocação de tecnologias e métodos que pudessem vir a lesar o processo.

Koskela também ressalta que quanto maior for a complexidade dos processos, o impacto resultante das melhorias será diretamente proporcional, bem como os benefícios advindos do controle de desperdícios. Observe a ferramenta apresentada na Figura 17:

Figura 17: Carrinho para transporte de material e utensílios



Fonte: Romanel, (2009).

A Figura 17 exemplifica o caso do uso de pallets e carrinhos para transporte dos materiais pela obra, o que torna possível que a acomodação seja feita de forma correta, isso porque ao mesmo tempo que impede danos, também garante agilidade, no sentido da quantidade de materiais transportado.

#### **4.11 Referências de Ponta (*Benchmarking*)**

Por último e não menos importante, Koskela (1992) trata do princípio *benchmarking*, mais conhecido como um princípio para aprender com referências de ponta, ou seja, resume-se em um processo de aprendizado. Esse processo consiste em analisar as práticas mais eficientes empregadas por empresas líderes de mercado em um determinado setor (Isatto *et al.*, 2000).

O *benchmarking* não se trata apenas de uma cópia de informação, mas, de um método sistemático detalhista elaborado de atividade em atividade que objetiva examinar as estratégias de trabalho no mercado. Através desse processo, é possível que as empresas comparem seus produtos e procedimentos de trabalho com o que há de melhor no mercado externo (Carvalho, 2008).

Troca de experiências entre planejadores e implementadores de processos para aprimorar o conhecimento. As melhores práticas de mercado são um fator importante para alcançar melhorias na reconfiguração de processos.

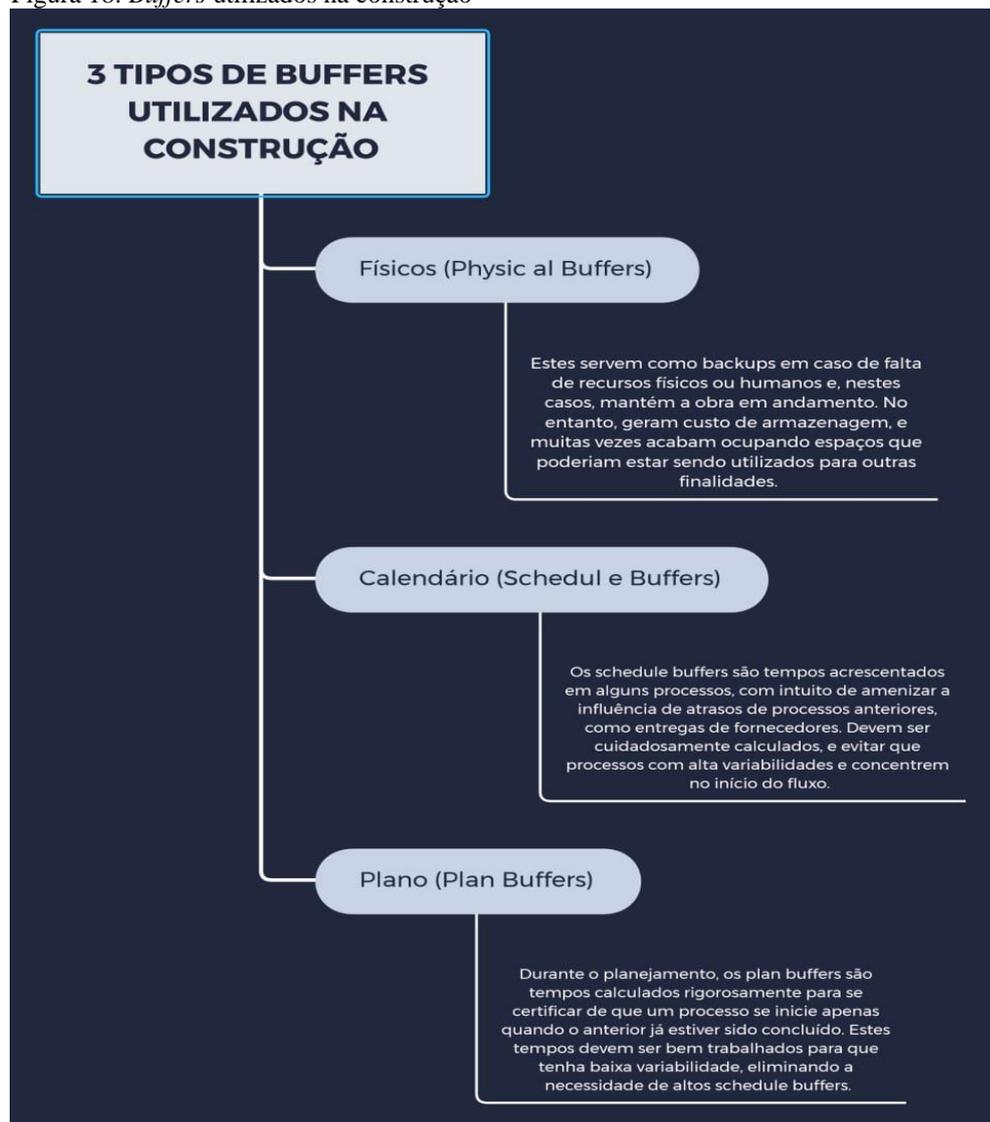
## 5 TÉCNICAS E FERRAMENTAS

### 5.1 *Just-in-time*

*Just-in-time* é uma metodologia baseada no sistema de produção “puxada”, onde o progresso da produção é ditado pelo mercado. Desse modo, se faz um produto certo na quantidade e momento apropriado (Deffense, 2010), para que se consiga fazer a entregar no momento certo é necessário um alto nível de preparo dos recursos, tanto físicos como humanos.

Nesse momento entram os *buffers* ou os estoques intermediários, que conseguem vir a lidar com as variações de tempo em ciclos estabelecidos do processo de produção. Nesse sentido, Pereira (2012) permeia algumas definições criadas por Ballard e Howell (1995), que idealizaram uma classificação de 3 tipos de *buffers* a serem utilizados nas construções, como se observa na Figura 18:

Figura 18: *Buffers* utilizados na construção



Fonte: Adaptado de Salvador, (2013).

Os *buffers* ilustrados na Figura 18, possuem características distintas e objetivam proteger o projeto das variabilidades levantadas, quando utilizados de maneira adequada.

Os *schedul e buffers*, tempos adicionados em alguns processos, são capazes de auxiliar o responsável pela obra com relação a variação nos prazos. Ainda assim, caso necessário, podem ser dimensionados em outros locais estratégicos. Tem como exemplo a inserção de um período entre o final do projeto e o início da obra, impedindo prováveis custos com mão de obra improdutiva em caso de atrasos no projeto. Os *buffers* físicos são artifícios que devem ser utilizados em situações de emergência, pois ocupam espaço físico e congelam o capital investido. De acordo com Corrêa e Gianesi (1993), estes podem ser minimizados ou até eliminados, por meio da confiança na mão de obra e equipamentos.

## 5.2 Programa 5S

O programa 5S é além de um instrumento de suporte, pois objetiva atingir alguns fatores culturais da organização, estimulando a evolução de ideias e condutas em níveis mais adequados à realidade produtiva e organizacional. O programa 5S, bem como a filosofia *Lean*, foi criado no Japão, em 1950, resultante da carência de ordenar o país após a Segunda Guerra Mundial. Fácil de aplicar, seus conceitos ficaram conhecidos quando as empresas deram início a um regime de "revitalização" em seus procedimentos.

O programa é uma reunião de cinco conceitos simples, mas a sua aplicação traz enormes benefícios para as organizações que os aplicam. Pelo fato de ser um processo com caráter educacional, o seu objetivo fundamental é eliminar desperdício, tanto de tempo, quanto de materiais e até mesmo de perda humana. Com o objetivo de manter tudo em ordem, como afirma Solomon (2004 apud Wiginescki, 2009), esse programa customiza a organização dos materiais, de forma que tudo esteja no seu devido lugar. Não existe uma tradução em português para o sentido do 5S, a Figura 19 mostra como se adotou cada sentido no Brasil:

Figura 19: Programa 5S



Fonte: Fernandes, (2009).

De acordo com Barreira [S.I.], o programa 5S precede a implementação do sistema enxuto, onde o local de trabalho permanece autoexplicativo, auto-organizado e auto-aprimorado e uma base para a implementação do pensamento enxuto é lançada. A Figura 20 apresenta as definições adotadas para o “5S” no Brasil:

Figura 20: Definições 5S

JAPÃO	BRASIL	DEFINIÇÃO
SEIRI	SENSO DE UTILIZAÇÃO	Selecionar os documentos, materiais, equipamentos necessários dos desnecessários, visando à utilização racional.
SEITON	SENSO DE ORDENAÇÃO	Efetuar a arrumação dos objetos, materiais e informações úteis, de maneira funcional, permitindo acesso rápido e fácil.
SEISO	SENSO DE LIMPEZA	Limpar é eliminar a sujeira, inspecionando para descobrir e atacar as fontes de problemas.
SEIKETSU	SENSO DE SAÚDE	Eliminar fatores que possam atuar negativamente sobre os indivíduos no ambiente de trabalho.
SHITSUKE	SENSO DE AUTODISCIPLINA	Conscientizar as pessoas da necessidade de buscar o autodesenvolvimento e consolidar as melhorias alcançadas com a prática dos sentidos anteriores.

Fonte: Fernandes, (2009).

Antes de aplicar a técnica a uma empresa ou canteiro de obras, os funcionários precisam ter as razões e os benefícios potenciais da ferramenta bem explicados, e também precisam ter ciência de como esses benefícios podem favorecer seu trabalho e aprimorar a qualidade de vida e saúde de todos. Isso ocorre devido a esse programa se referir a um procedimento que necessita diretamente do comprometimento e colaboração dos trabalhadores que estão próximos da atividade, pois, são os colaboradores que estão totalmente presentes no canteiro de obras.

Natalie (1995) argumenta que essa ferramenta se baseia no conceito de melhoria contínua, o que a torna um processo, e não um fato que pode ser inferido. Portanto, parte-se da definição de ordem e padronização para a empresa e seus processamentos, para futuramente mostrar as formas de como essas ações podem ser introduzidas no fluxo de trabalho dos participantes.

- Senso de Utilização (*SEIRI*)

Essa ferramenta é usada para identificar e remover objetos e informações desnecessários no local de trabalho. O conceito principal é o uso.

Ao aprender a distinguir o necessário do desnecessário, o indivíduo pode se concentrar apenas no que é necessário para realizar uma atividade. (Valverde e Cintra, 2006 apud Wiginescki, 2009). Desse modo, se este princípio for aplicado de forma correta, o ambiente de trabalho conterà apenas o que for fundamental para a concepção da atividade.

O sentido de uso deve ajudar a remover objetos e informações desnecessários do ambiente de trabalho e até mesmo organizar os demais de acordo com a frequência de uso. Pode-se organizar os artigos de acordo com seu uso (diário, semanal, mensal), etiquetá-los e armazená-los separadamente. Afinal, os objetos descartados devem ser jogados fora. Desde o primeiro momento é possível liberar espaço, facilitar o fluxo de pessoas e materiais e até reduzir o risco de acidentes.

- Senso de Ordenação (*SEITON*)

Segundo Osada (1992 apud Fernandes, 2009), o próximo passo é decidir quanto e para onde guardar após ter eliminado o que não é necessário. Segundo a definição de Masao (1997, apud Fernandes, 2009), o sentido de ordem significa “sempre deixar os materiais disponíveis para uso sem ter que encontrá-los”.

Um "senso de ordem" pode ser definido como um "otimizador de espaço de trabalho" porque consiste em identificar critérios e locais adequados para armazenamento, colocação de ferramentas e materiais, armazenagem e fluxo de informações, ou seja, "fazer as coisas necessárias com rapidez e segurança a qualquer momento" (Habu et al., 1992, apud CampoS et al., [SI]).

A sistematização do local de trabalho garante uma gestão eficaz, otimizando custos, mão de obra e recursos de produção. Isso tem muitas vantagens, pois trabalhar em um ambiente ordenado é mais objetivo, aumenta o rendimento, minimiza custos e acidentes e, entre outras coisas, economiza tempo.

Depois de selecionar os materiais que ficarão no ambiente de trabalho, é necessário descomplicar sua organização e *layout* físico traçados por um senso de ordem / limpeza. Para fazer isso, deve-se colocá-los em locais de fácil acesso para que possam ser vistos facilmente que estão fora do lugar. Essa atividade permite recuperar e identificar materiais e informações com mais rapidez, prevenir o desgaste físico e mental dos operadores e reduzir o risco de acidentes.

- Senso de Limpeza (*SEISO*)

Não fazer sujeira, este é o foco principal da *Seiso* por ser equiparado à limpeza convencional e rotineira (Silva, 1996, Fernandes, et al., 2009). Em uma análise holística, limpar o interior do 5S significa que todo o equipamento está em boas condições de funcionamento, de modo que a limpeza realizada oferece a oportunidade de realizar inspeções detalhadas se problemas reais ou potenciais puderem ser identificados.

Todas as substâncias prejudiciais ao meio ambiente podem ser absorvidas na forma de sujeira (iluminação precária, mau cheiro, ruído, ventilação insuficiente, poeira, etc.).

A sensação de limpeza deve manter a área que está organizada, usá-la para identificar trabalhos que criam sujeira e procurar maneiras de melhorá-la para evitar a necessidade de limpar em excesso qualquer área ou material em particular. A responsabilidade de manter o ambiente de trabalho e os recursos físicos limpos e organizados é de todos os colaboradores. Esta tarefa propicia um ambiente de trabalho mais prazeroso, de forma a promover a satisfação dos colaboradores e evitar o desgaste psicológico.

- Senso de Saúde (*SEIKETSU*)

Consiste essencialmente em garantir um ambiente não agressivo e sem poluentes, mantendo boas condições sanitárias nas áreas públicas (casa de banho, cozinha, cantina, etc.), garantindo a higiene pessoal, gerando informação e comunicação de forma transparente e de fácil compreensão, e manter relacionamentos interpessoais saudáveis dentro e fora da organização (Fernandes *et al.*, 2009).

Simplificando, o senso de saúde consiste em manter condições de trabalho benéficas para a saúde física e mental. Segundo Masao (1997, Fernandes et al., 2009), no Oriente esse senso é mais voltado para a saúde física do colaborador, enquanto no Brasil tem um sentido mais amplo, incluindo saúde mental.

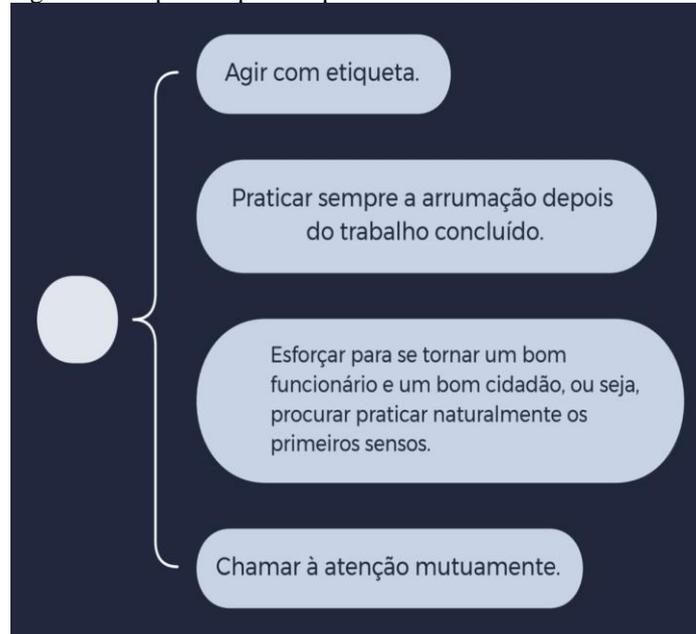
No segundo momento, cumpridas as condições originais do 5S, recomenda-se buscar a melhoria contínua dessas práticas por meio de um senso de saúde e padronização. Nesse estágio, é necessário criar disciplina na conduta dos colaboradores para que as pessoas não voltem ao lugar inicial. Isso pode ser alcançado padronizando as tarefas 5S com um nível de excelência e frequência que não exige cobrança ou penalidades.

- Senso de Autodisciplina (*SHITSUKE*)

O comprometimento individual com o desempenho dos padrões éticos, morais e técnicos do programa 5S é reforçado nesta fase final do projeto. Ao executar o *Shitsuke*, isso significa necessariamente que todas as etapas 5S estão acontecendo. Quando as pessoas começam a fazer o que necessita ser realizado, isso significa disciplina.

Este é o senso mais complexo, pois é uma mudança de comportamento e de pensamento. E porque é apropriado para uma pessoa resistir à mudança, seja por medo, conforto, etc. Fernandes (*et al.*, 2009), expõe outros aspectos que englobam esse senso como observa-se na Figura 21:

Figura 21: Aspectos que compreendem o *SHITSUKE*



Fonte: Adaptado de Ferreira, (2012).

Além de ser saudável, o senso de disciplina propõe manter todas as atividades acima no dia a dia dos funcionários. Se notado esse sentimento na maneira como as pessoas trabalham, pode-se dizer que 5S foi usado corretamente. Para facilitar a importação de funções pelos funcionários após o trabalho, é indicado incluir uma descrição prática e uma introdução à ferramenta.

## **6 O CENÁRIO DAS OBRAS DE PEQUENO PORTE**

### **6.1 Principais Características**

A vivência dos projetistas deve ser levada em consideração para o bom entendimento das características e particularidades do cenário de obras de pequeno porte, uma vez que é necessário para encontrar formas adequadas e viáveis para a aplicação das técnicas recomendadas. Na construção civil, uma das características de um projeto são as organizações temporárias, sendo realizadas através de escritórios e empresas, a fim de obter um projeto específico, podem ainda ser envolvidas distintas companhias.

O desenvolvimento da obra é executado com base no cronograma, de forma que o desempenho do projeto é avaliado conforme a realização do cronograma. Segundo Ballard e Howell (1995) problemas podem surgir com o decorrer da execução do projeto, deve haver folgas nos prazos definidos, dentre outras medidas para agilizar as atividades.

De acordo com Baumhardt (2002) a indústria atual é fundamentada nos modelos tradicionais de produção, o que torna os processos obsoletos, gerando desperdício e improdutividades. Os materiais oriundos desses processos são de diferentes fontes e momentos, ocasionando dependência entre os fornecedores e dificuldades de gestão na cadeia de suprimentos.

### **6.2 Fatores que Atuam como Obstáculos**

Desde o início do século XX o cenário de gestão de obras de pequeno porte é caracterizado pelo desenvolvimento baixo, e, apesar dos obstáculos enfrentados, surgiram inúmeras oportunidades de melhoria, elevando assim o grau dos serviços realizados pelo setor.

Nas pequenas empresas frequentemente as decisões são feitas pelo proprietário ou projetista, de modo que a tomada de decisões seja centralizada, fazendo com que essa decisão se limite a essas pessoas. Outro ponto importante é a administração de projetos, a qual em algumas empresas é realizada pelo proprietário, o qual não dispõe dos conhecimentos necessários para realizar tal decisão. As características de obras de pequeno porte que atuam sobre o setor são:

- Equipes diferentes em cada projeto:

Quando é realizada a contratação de mão de obra para diferentes erguimentos de projeto, falta a colaboração entre esses grupos o que prejudica a qualidade do trabalho fornecida.

- Baixa padronização de projetos:

Em processos de projeto tradicionais, em muitos casos, os projetos têm características diferentes, tornando impossível preparar totalmente a força de trabalho para os envios do projeto.

- Baixo orçamento:

Para pequenos projetos de construção, os projetos costumam ser baratos, o que torna difícil conseguir pessoal permanente. As interrupções temporárias na execução do projeto devido aos meios redutores dificultam a execução do cronograma original.

- Qualificação da mão de obra:

Freqüentemente, o serviço é prestado por trabalhadores não qualificados e de baixo desenvolvimento tecnológico. Beatrice Wigineski (2009) coleta os detalhes do cenário de uma maneira diferente e como o afetam negativamente na vida empresarial. Veja a Figura 22:

Figura 22: Peculiaridades da construção e os desperdícios

Peculiaridades	Descrição	Desperdícios possíveis
Projeto	Falta de interação entre projeto e construção; carência de detalhamento técnico construtivo.	Produtos com defeitos ou pouca especificação do valor para o cliente final e interno (retrabalhos) etc.
Canteiro de obras	Falta de planejamento do <i>layout</i> .	Tempo de espera; transportes e movimentos desnecessários etc.
Organização da produção	Estrutura de oficinas; fragmentação das atividades; responsabilidades dispersas; falta de treinamento dos operários; falta de planejamento das atividades.	Produtos com defeitos (retrabalho); tempo de espera (atrasos); estoques; superprodução; desperdícios do processo etc.
Métodos produtivos	Produção artesanal; alta variabilidade; baixa produtividade; baixa qualidade etc.	Produtos defeituosos (retrabalho); espera; movimentos desnecessários etc.

Fonte: Pasqualini, (2005).

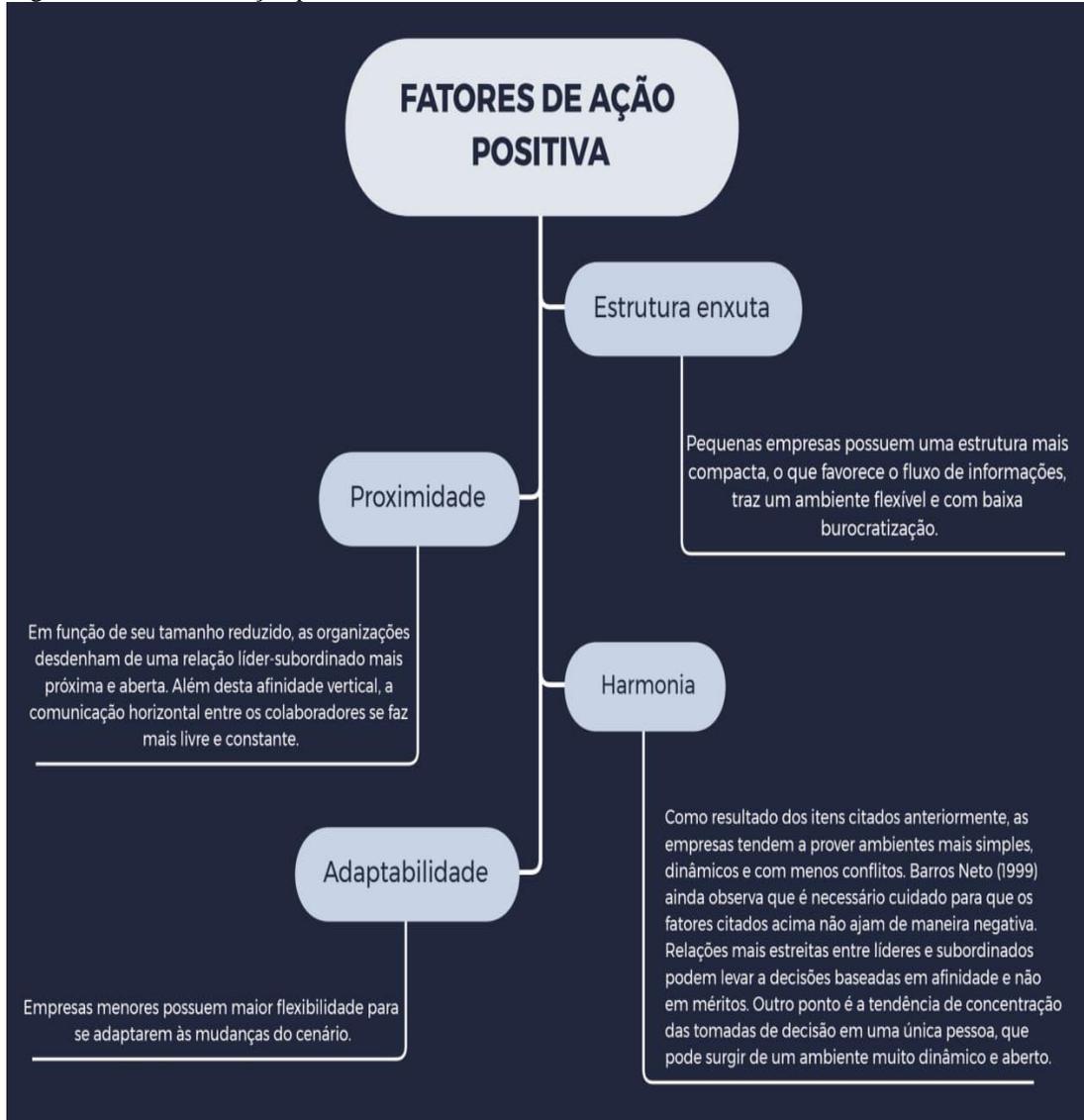
A Figura 22 mostra as peculiaridades detalhadas da Construção Civil e os possíveis desperdícios de cada um deles, o que gera retrabalhos e conseqüentemente atrasos e custos maiores para a obra.

### 6.3 Fatores que Agem Positivamente

Assim como existem fatores contrários, existem também fatores dos quais os gerentes de projeto podem tirar proveito, pois eles acabam sendo benéficos nessa área. Barros

Neto (1999) apresenta alguns destes fatores das organizações e construções menores que terminam operando a favor dos que têm maior interesse, como se pode observar na Figura 23:

Figura 23: Fatores de ação positiva



Fonte: Adaptado de Salvador, (2013).

Como ilustra a Figura 23, as construções de pequeno porte apresentam fatores positivos como: Estrutura enxuta, onde a burocracia e as informações fluem com maior facilidade por ter uma estrutura mais compacta; Proximidade, devido ao tamanho menor da construção, que favorece a comunicação entre colaboradores e gestores da obra; Harmonia, que se dá através de uma relação mais afunilada entre líderes e subordinados; Adaptabilidade, pois empresas menores têm maior facilidade de adaptação caso ocorra alguma mudança imprevista.

## **7 IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE LONGO, MÉDIO E CURTO PRAZO PARA A POTENCIALIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE UMA OBRA**

Planejamento é uma palavra com várias definições, para Syal *et al.*, (1992) apud Bernardes (2003), planejamento é um procedimento de tomada de decisão que gera um conjunto de ações indispensáveis para converter a fase inicial de um projeto em uma fase final desejada. Complementando ainda, que essas ações consolidam critérios de desempenho de acordo com o progresso e análise do projeto durante o estágio de controle da produção.

Outra definição de planejamento é a de Varala (2003), que compreende a palavra como um método de suposição de decisões que abrange a implantação de metas e o estabelecimento dos recursos fundamentais para atingi-las.

Portanto, o planejamento no setor da construção civil traz consigo soluções para inovar desde seu método construtivo até seus sistemas gerenciais e administrativos. Essa modernização acontece devido ao aumento da concorrência entre as empresas e também pelo maior nível de exigência dos clientes, que estão cada vez mais a procura de melhores produtos, com menor custo e prazo de produção, não se limitando apenas a isso, mas passando também pela necessidade de aperfeiçoamento dos processos, afim de racionalizar a produção, reduzir os problemas e aumentar o controle de produção.

A partir desse aumento da concorrência entre as empresas do setor da construção civil, estas passaram a investir mais no planejamento dos seus empreendimentos e têm como resultados desse investimento o melhoramento dos processos de produção, contenção de custos, melhores rendimentos econômicos para as empresas, além de aumentar a sua competitividade. De acordo com Valle (2016), as empresas de construção civil foram provocadas pelo desenvolvimento a padronizar as tomadas de decisões por meio da implementação ou aprimoramento do planejamento. Valle (2016) afirma ainda que:

Consolidado como um dos grandes pilares da economia nacional, o setor da construção civil vem passando por uma série de mudanças no País, uma vez que há um crescente aumento da competitividade no setor e maior exigência dos usuários. Buscar qualidade e produtividade tornou-se fundamental para os empreendimentos terem sucesso no mercado (Valle, 2016, p.12).

Atualmente, preocupar-se com planejamento e controle desde o início até o final da construção de um empreendimento é de suma importância para que empresas construtoras sobrevivam num setor tão concorrido.

Essa necessidade surge com as exigências de consumidores cada vez mais conscientes, com a maior qualificação dos investidores e com lucro cada vez mais reduzidos.

A forma adequada de gerenciamento objetiva conter os erros, diminuindo os prejuízos e o aumento do custo da obra (Carvalho, 2006).

De acordo com Mattos (2010), o planejamento de uma obra apresenta complexidades e engloba todo o seu tempo de duração, que pode levar meses ou anos. Sabe-se que os imprevistos são uma realidade da construção e infelizmente não podem ser antecipados, entretanto, podem ter seus impactos minorados através de um bom planejamento, elaborado por engenheiros que devido às suas experiências conseguem prever as possíveis situações rotineiras de obras, o que evita atrasos na conclusão e entrega do produto.

Considera-se então o planejamento de uma obra como um processo gerencial que requer o comprometimento e a participação de todos os envolvidos na realização do produto final. Segundo Souza & Cabette (2014), é impossível realizar um planejamento com todos os mínimos detalhes, no entanto, é possível reduzir as imprecisões através um controle eficiente, concluindo que esta é a ideia chave da *Lean Construction*.

A metodologia *Lean*, visando aumentar a eficiência e reduzir os desperdícios, trabalha com três fases de planejamento que de acordo Nascimento (2009), são três grandes níveis hierárquicos da gestão de processos: longo prazo, médio prazo e curto prazo. O planejamento a longo prazo equivale à primeira fase de detalhamento da execução de atividades, sendo mais global e abordando principalmente o aspecto financeiro, composto por poucos itens e proporcionando uma visão geral das etapas da obra.

Para Sarcinelli (2008, p.55) esse planejamento “define os objetivos do empreendimento através do estabelecimento de metas, simulando o desenvolvimento integral da obra e definindo o plano de ações da mesma”. Por apresentar essa característica mais generalizada, esse tipo de planejamento não é apropriado para o controle diário de uma obra. O planejamento a médio prazo é bastante suscetível a mudanças e refere-se à segunda fase de detalhamento do projeto, normalmente tem a duração de cinco semanas a três meses, é nesse nível que o planejamento oferece consistência ao projeto, adaptando-se ao plano mestre (longo prazo) e norteando o curto prazo.

A terceira fase de detalhamento do projeto refere-se ao planejamento de curto prazo que está diretamente relacionado com a programação feita para a equipe de obra, normalmente realizada para uma semana ou quinzena, com a finalidade de determinar metas com clareza e rapidez.

Logo, entende-se que toda empresa alcança o sucesso a partir da utilização de ferramentas de gestão e organização, planejando seus passos em etapas estabelecidas por

períodos, o que as torna genuinamente eficazes com maior facilidade, já que é viável destacar ações próprias para elas, o que torna a conquista dos objetivos do projeto mais fácil.

### 7.1 Last Planner

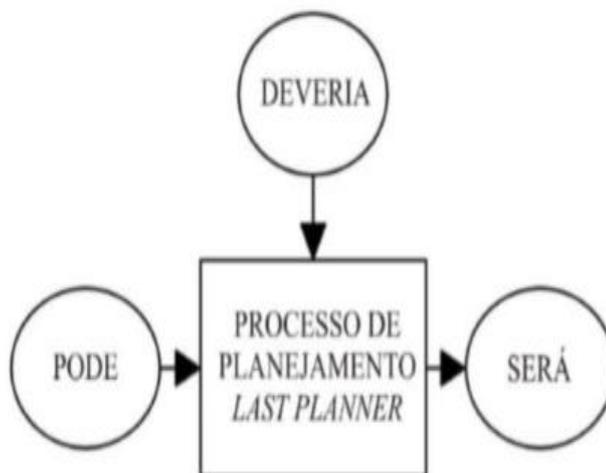
Em 1992, dentro da fase do planejamento de curto prazo foi desenvolvida uma ferramenta auxiliar no *Lean Construction Institute* por Glenn Ballard e Greg Howell, o *Last Planner*, e pode ser definido como:

Pessoa ou grupo de pessoas que está na ponta do sistema produtivo mais próximo da produção. [...] cabe a esse sujeito programar as atividades no curto prazo e determinar o que será feito no dia seguinte ou na semana seguinte. Essa função é feita pelo engenheiro residente ou, na maioria das vezes ao mestre de obras ou encarregado. (Ballard apud Sarcinelli, 2008, p.62).

Essa ferramenta auxilia na adoção das últimas decisões, como pequenas mudanças na continuidade de atividades e na acessibilidade de recursos, tanto de colaboradores quanto de insumos, objetivando excluir ou diminuir a chance de manifestação de problemas que prejudicam o andamento dos processos e originando um fluxo de trabalho contínuo, provocando uma maior estabilidade para a produção. Dessa forma, o *Last Planner* transformou-se na ferramenta *Lean* mais conhecida e executadas em empresas do ramo da construção civil (Dave et al., 2015).

Como demonstrado na Figura 24, o *Last Planner* determina o que será efetivado na obra, tornando a produção de atividades uma consequência de um processo de planejamento, adaptando o que será realizado com o que deveria ser feito, moderando e analisando as limitações do que de fato deve ser executado.

Figura 24: Análise dos processos

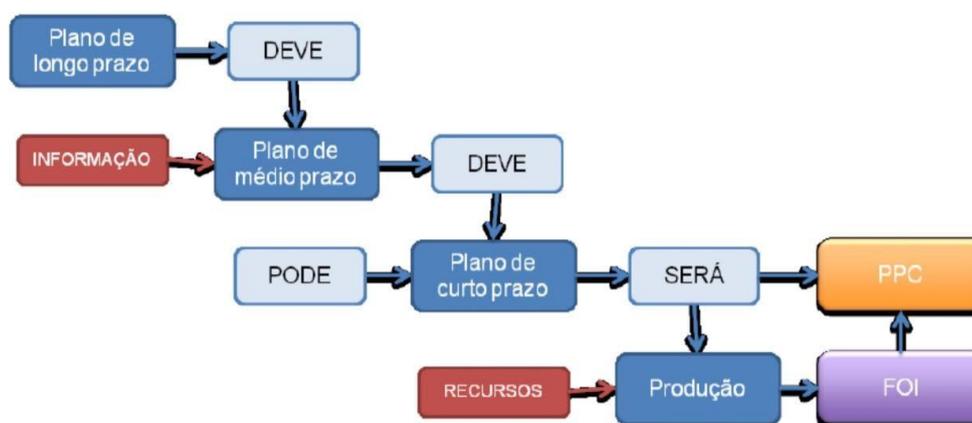


Fonte: Ballard, (2000).

Em síntese, o *Last Planner* aproxima as orientações do projeto até um nível menor, de modo que os objetivos de projeto são efetuados de acordo com a realidade. Com o início dos planos de longo prazo, as metas a serem cumpridas a curto prazo são determinadas para um controle de projeto mais eficiente, assim definindo melhor os resultados esperados e os mudando conforme os obstáculos de projeto.

A Figura 25 demonstra como os elementos são realizados até o nível de curto prazo, para assim adaptar as finalidades de projeto com os meios disponíveis dentre as unidades produtivas:

Figura 25: Níveis de Planejamento Segundo o *Last Planner System*



Fonte: Ballard, (2000).

Com base na Figura acima, pode-se perceber que esse método procura envolver as intenções de longo prazo (anuais) com as de curto prazo (semanais), conforme os recursos e a experiência no canteiro de obras. Deve ser realizada a comparação do que foi realizado com o que era esperado, através do índice PPC (Percentual de Produção Concluída), o qual é um índice que realiza o controle de projeto em associação às atividades planejadas e completas e às atividades planejadas, conforme é mostrado na equação abaixo:

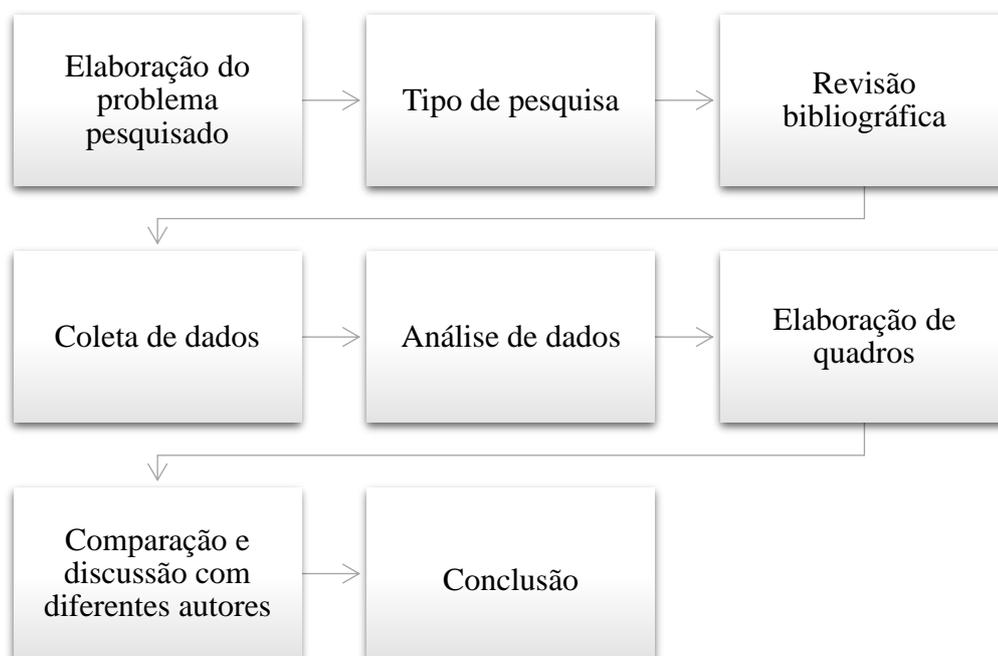
$$\text{PPC} = \frac{\text{ATIVIDADES PLANEJADAS E COMPLETAS}}{\text{ATIVIDADES PLANEJADAS}}$$

O percentual de produção concluída é um índice de apontamento significativo, à medida que mostra os problemas do *Last Planner*, os quais após investigados levam as causas atuais dessas inconformidades, ou a criação de medidas preventivas. São definidos níveis mínimos ao percentual de produção concluída, os quais são analisados semanalmente, mantendo as perspectivas dos resultados nos níveis superiores da organização, esse índice é imprescindível a medida que aprimora o reflexo minimizando o tempo de resposta das ações, verificando também complicações futuras.

## 8 METODOLOGIA

A temática levantada neste trabalho, seguiu como estrutura de desenvolvimento o fluxograma abaixo, no qual descreve as etapas da metodologia:

Figura 26: Fluxograma metodológico



Fonte: Autor, (2020).

A Figura 26 acima descreve todas as etapas do procedimento metodológico realizado neste trabalho com o objetivo de coletar as informações necessárias para a fundamentação bibliográfica.

### 8.1 Tipo de Pesquisa

A presente pesquisa tem como objetivo estudar os conceitos e impactos resultantes da utilização de práticas de *Lean Construction*, com ênfase no planejamento e ferramentas discutidas na literatura, para deste modo verificar a aceitabilidade e as barreiras de executá-los em projetos de menor dimensão, por conseguinte utilizou-se de instrumentos de pesquisa para reforçar os autores que foram referenciados.

Desta forma, com relação ao método de estudo para a pesquisa, foi utilizado o método dedutivo, uma vez que seja possível compreender o conhecimento global para posteriormente compreender algo de maneira mais específica. Assim sendo a verdade das premissas torna-se suficiente para que se possa dar garantia de conclusão da verdade (Gil, 2010).

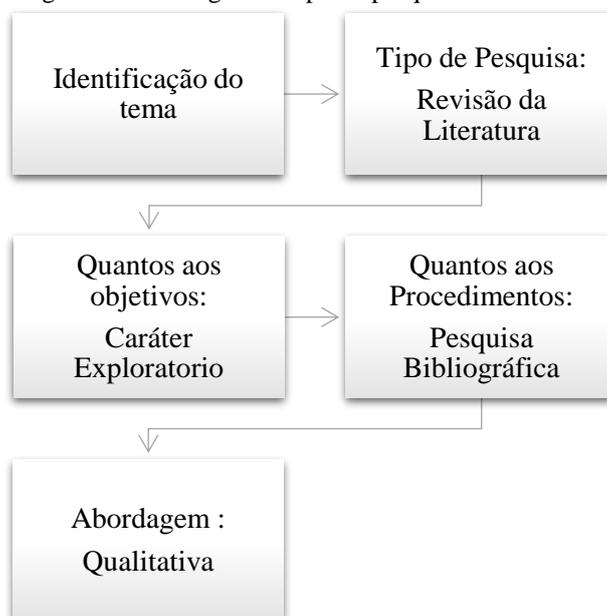
Quanto a natureza da pesquisa, trata-se de uma pesquisa básica, ou pesquisa pura, fundamental, pois é uma pesquisa baseada em teorias científicas no que tange o assunto estudado por este artigo, além disso esse tipo de pesquisa refere-se a compreensão de fenômenos naturais com o objetivo de aumentar o conhecimento científico (Ruiz, 2006).

Sobre a forma de abordagem do objeto em estudo foi utilizado o método qualitativo, onde permite trabalhar através de uma base dialética em conjunto, trazendo os resultados de maneira integrada facilitando a compreensão da pesquisa elaborada, com isso a pesquisa ao utilizar o método qualitativo contribui para a análise e discussão dos resultados com base em autores renomados da área (Severino, 1975).

Os objetivos são descritivos a fim de analisar e registrar os questionamentos utilizados como técnicas de coleta de dados, a fim de determinar as características de um fenômeno ou população em estudo, além disso, possui a discussão dos fenômenos observados de modo bibliográfico (Vergara, 2000).

Quanto ao procedimento, seguiu-se em um estudo bibliográfico que, consiste em uma pesquisa profunda e detalhada. Foram utilizados como instrumentos sites de busca confiáveis, tais como Google Acadêmico, artigos da plataforma Scielo para a pesquisa do tema explorado (Gil, 2002). Além disso, a ideia desse trabalho baseou-se experimentalmente em obras de autores renomados na área da construção civil por meio de ferramentas de gestão através de uma pesquisa bibliográfica, com fontes de pesquisa referentes a importância da *Lean Construction* como meio de execução de obras de pequeno porte. A Figura 27 apresenta um fluxograma do tipo de pesquisa:

Figura 27 - Fluxograma Tipo de pesquisa



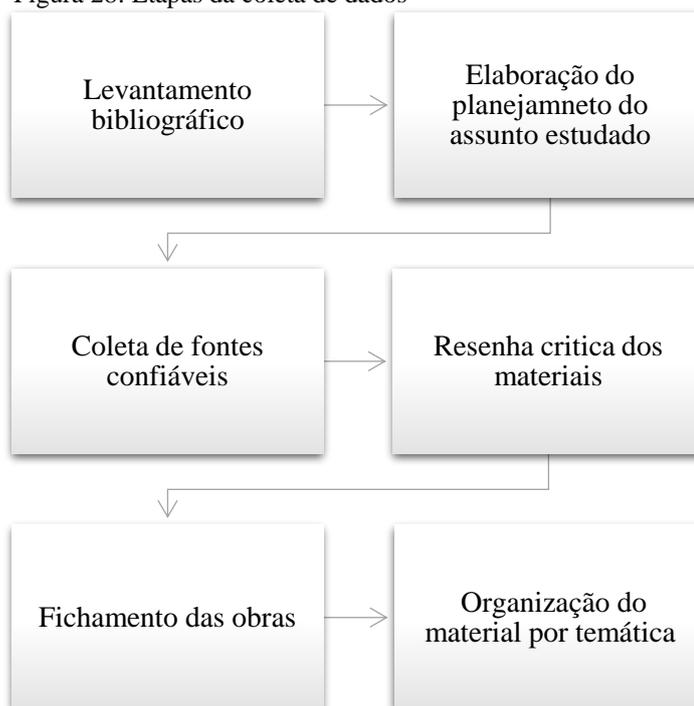
Fonte: Autor, (2020).

De acordo com a Figura 27, foi realizada a identificação da temática da pesquisa, assim como também a seleção do melhor tipo de pesquisa a ser realizada no desenvolvimento desse trabalho, no caso uma revisão da literatura. Quanto aos objetivos propostos, a presente pesquisa pode ser classificada como exploratória, quanto aos procedimentos técnicos utilizados, classifica-se como pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, os objetivos da monografia foram formulados com base nos principais métodos de *Lean Construction* como ferramentas de implementação em obras de pequeno porte.

## 8.2 Coleta de Dados

Para realizar uma pesquisa bibliográfica é importante seguir diversas etapas, levando em consideração alguns pontos necessários, como a natureza do problema, a importância do trabalho do autor, bem como as pesquisas utilizadas no presente estudo. O fluxograma abaixo apresenta as etapas que formam uma revisão da literatura:

Figura 28: Etapas da coleta de dados



Fonte: Adaptado de Gil, (2017).

De acordo com a Figura 28 acima, após a escolha da temática, é necessário elaborar o levantamento bibliográfico, com a finalidade de se obter entendimentos relacionados com o tema proposto, logo após é formulado o planejamento do assunto a ser estudado, isto é, a organização dos dados, filtrando os mais importantes e relacionados ao tema da pesquisa. As fontes bibliográficas utilizadas como base para a pesquisa foram coletadas por meio de artigos

científicos, anais, dissertações e monografias publicadas nas mais importantes fontes de dados online e em bibliotecas convencionais.

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica a partir da formulação dos resultados obtidos dos trabalhos estudados de acordo com os objetivos propostos no presente trabalho, dessa forma foi feito através de uma busca minuciosa dos principais artigos científicos, dissertações e livros sobre os métodos frequentemente utilizados em construções de pequeno porte. Na realização de buscas na *internet* foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: *Lean Construction*, construção civil, ferramentas de gestão, implementação.

Quanto aos critérios de seleção e inclusão, foram incluídos artigos publicados entre os anos de 2008 e 2019, disponibilizados nos principais bancos de dados, além dos principais manuais, dissertações e livros que abordam a temática. Para os critérios de exclusão foram excluídos os artigos em outros idiomas e não gratuitos.

### **8.3 Análise de Dados**

Os dados bibliográficos analisados neste trabalho tiveram como premissa, atingir os objetivos destacados do presente estudo, conforme o tema desenvolvido no mesmo. Levantando aspectos comparativos com os principais métodos de construção de pequeno porte e quais os meios convencionais utilizados de gestão em relação aos princípios da *Lean Construction*.

Diante disso, logo após o levantamento de dados bibliográficos, foi realizado uma leitura minuciosa do material, a partir de uma análise crítica, a fim de conferir aqueles que possuem relevância para a presente pesquisa, depois foi realizado um fichamento dos dados selecionados, que consiste em analisar a obra por meio de comentários, ou resenha crítica dos principais pontos do trabalho do autor. Ao realizar a leitura do estudo bibliográfico, analisou-se os objetivos que confirmassem as perspectivas construtivas do tema abordado, ou seja, a caracterização das informações e os principais dados da obra dos autores que seguissem a mesma linha de raciocínio deste trabalho, para enfim analisar a temática com veracidade dos fatos em estudo.

A fim de que os dados coletados fossem analisados, utilizou-se o fichamento das obras, nos quais serviram para analisar de maneira correta os dados que serão utilizados no trabalho. O uso técnico dos fichamentos foi de extrema relevância para a identificação dos pontos principais do estudo, através dessas fichas foram discutidos os principais objetivos, como identificação dos dados e análise bibliográfica dos autores.

Para que a análise dos autores escolhidos seguisse ordem na exposição dos dados foram construídos 3 quadros comparativos baseados nos objetivos introduzidos no início deste trabalho.

## 9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 9.1 Principais Técnicas de *Lean Construction* para Obras de Pequeno Porte

O Quadro 01 abaixo relaciona os principais autores utilizados na presente revisão da literatura, sobre as principais técnicas de *Lean Construction* para obras de pequeno porte, fazendo assim uma comparação dos resultados desses autores.

Quadro 01- Principais técnicas de *Lean Construction* para obras de pequeno porte

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Resultados</b>
Silveira e Santos (2019)	Aplicação da <i>Lean Construction</i> em empresas de pequeno porte do setor da construção civil: um estudo de caso	Os resultados demonstraram que a aplicação da metodologia a empresa que antes apresentava uma lucratividade em sua operação inferior a 10% alcançou um aumento de 12% reduzindo seus custos operacionais em 18%. Por meio da aplicação da metodologia nos canteiros de obras alcançou uma redução no preço de custo dos contratos de 16%.
Vansan e Langaro (2013)	Ferramentas <i>Lean</i> aplicadas às empresas de construção civil classificadas no modelo LCR	Concluiu-se que a aplicação das ferramentas <i>Lean</i> em canteiros de obra apresenta-se como uma solução à falta de estratégias que melhorem os processos, os prazos e desperdícios gerados. Pode-se observar in loco que as condições de trabalho, tanto de operários quanto organização do canteiro de obra, estão distantes de serem consideradas ideais, pois além da falta de treinamento dos colaboradores, há uma ausência de planejamento de ações que minimizem as falhas e melhorem a qualidade dos processos.
Vicente (2013)	Aplicação do conceito de <i>Lean Construction</i> em obras de pequeno porte	Concluiu-se que o cenário de obras de pequeno porte na construção civil comporta as ferramentas de <i>Lean Construction</i> , mediante adaptações.
Camera <i>et al</i> (2015)	Utilização dos princípios da <i>Lean Construction</i> como estratégia de melhorias em canteiros de obras: uma revisão sistemática	Analisou a relação da utilização princípios, práticas e ferramentas da <i>Lean Construction</i> e contribuição no processo de melhorias em canteiros de obra.
Borges <i>et al</i> (2016)	Proposição de ferramentas da <i>Lean Construction</i> em obras de pequeno porte	Concluiu-se que as ferramentas da <i>Lean Construction</i> têm potencial para contribuir com a redução de custos, tempo de execução da obra, bem como aumentam a transparência dos processos na obra.

Fonte: Autor, (2020).

De acordo com Silveira e Santos (2019), a construção enxuta é um método de produção que visa reduzir custos, materiais, tempo e esforço. Essencialmente, a metodologia visa minimizar o mal e maximizar o bem. Usando os princípios da construção enxuta, o resultado desejado seria maximizar o valor e a produção de um projeto, minimizando aspectos de desperdício e atrasos.

Para Vansan e Langaro (2013), esse resultado é produzido quando as abordagens de construção padrão são combinadas com uma compreensão clara e concisa dos materiais e informações do projeto e dos conjuntos de arquétipos de gerenciamento, planejamento e controle. Isso pode parecer complexo de entender, mas a essência deste sistema é usar o que é necessário sem extras. Isso só pode ser feito por planejamento estratégico e ação de um grupo de gestão e com a ajuda de todos os trabalhadores (Borges *et al*, 2016).

Deve ser entendido que a *Lean Construction* é uma filosofia com princípios e ideologias, mas não é um plano de ação concreto com ferramentas e métodos definidos. Os princípios da *Lean Construction* são os mesmos em todas as diferentes escalas de pensamento. Os princípios básicos incluem: criar uma atmosfera previsível baseada em planejamento e dados, reduzindo o excesso de desperdício de um planejamento cuidadoso e aumentando os fluxos de comunicação entre o cliente e o projeto em questão. *Lean* é uma forma de pensar baseada na noção de que menos é mais (Vansan; Langaro, 2013).

Um projeto gerenciado sob a visão padronizada de construção versus aquele gerenciado usando a filosofia enxuta é muito diferente. Desde o início do projeto até o objetivo final, todas as áreas são alteradas drasticamente. Uma das maiores diferenças deriva do planejamento estratégico da filosofia enxuta. A construção enxuta força todas as partes a terem um conjunto claro de metas, padrões de referência e objetivos para o processo final. Usando a filosofia enxuta, a ideia é maximizar o desempenho em todos os padrões para o cliente. Isso inclui funcionários, distribuidores e todas as partes gerentes (Camera *et al*, 2015).

Todos esses grupos são forçados a trabalhar juntos de forma coesa e sobrecarregando o controle da produção em todo o projeto. Cada unidade do projeto funciona em conjunto como uma máquina bem oleada, o que significa que se uma peça se soltar, tudo se desintegra. Os modelos de construção atuais utilizam a mentalidade de produção em massa, o que significa que cada trabalho é alocado a apenas um grupo com pouca ou nenhuma interação. O foco enxuto faz com que todas as partes trabalhem como uma só, maximizando o tempo e permitindo um planejamento e implantação mais eficientes. A falta de previsibilidade é o principal problema no procedimento de construção padrão. A imprevisibilidade resulta em perda de tempo, desperdício e estresse (Camera *et al*, 2015).

Frequentemente, as empresas se concentram muito no uso de uma determinada ferramenta ou procedimento na tentativa de aumentar a eficiência. Porém a construção enxuta é uma filosofia, não uma atividade de passo a passo. Isso significa que a melhor maneira de obter os benefícios da construção enxuta é aplicar ideias e métodos enxutos em todos os pontos da organização e em todos os estágios da construção (Vansan; Langaro, 2013).

Pesquisas e discussões recentes foram realizadas usando aplicações de construção enxuta em muitos países em todo o mundo, foram feitas tentativas de aplicar os princípios e técnicas enxutas a todas as atividades de coordenação de projetos, incluindo o sistema de entrega de projetos, controle de produção, estruturação do trabalho, *design*, cadeia de suprimentos, controles de projeto e gerenciamento geral de projetos de construção (Vansan; Langaro, 2013).

As referências, mais conhecidas como *benchmarks*, incluem índice de interrupção, índice de desempenho e índice de gerenciamento de projeto. Silveira e Santos (2019) apresentou uma visão geral de toda a intervenção, o que confirma a aplicabilidade dos conceitos e técnicas enxutas à gestão dos processos de fabricação. Além disso, eles ilustraram os benefícios alcançáveis no gerenciamento aprimorado da demanda, tempo de ciclo reduzido, maior produtividade, maior envolvimento da força de trabalho e aumento da receita e da lucratividade.

Os resultados alcançados ilustram o poder dos conceitos e técnicas enxutas e sua aplicabilidade às operações de fabricantes que fornecem produtos de engenharia sob encomenda para projetos de construção. Vicente (2013) ilustrou como o pensamento enxuto e a estruturação do trabalho ajudaram a melhorar o *design* e a instalação de molduras de portas de metal para um projeto de construção de prisão. Camera *et al* (2015) examinou um projeto acelerado de edifício de escritórios e mostraram como o processo de construção poderia ser mais enxuto e rápido.

No campo da simulação e *software*, Camera *et al* (2015) usaram simulação de computador como uma ferramenta para avaliar o impacto da aplicação de princípios enxutos para processos de projeto em firmas de consultoria de construção para auxiliar na tomada de decisão em estágios iniciais de projetos de construção. Borges *et al* (2016) especificou um sistema de *software* de gerenciamento de construção de fluxo puxado baseado no *Last Planner System*, e um conjunto de maquetes funcionais de um sistema proposto que foi implementado e avaliado. Vicente (2013) forneceu uma ajuda gráfica para permitir que os tomadores de decisão concentrassem seus esforços para superar as barreiras, investigando a influência de vários empecilhos no sucesso das iniciativas de construção enxuta.

É importante salientar que na *Lean Construction* também existe o gerenciamento de risco, que pode ser determinado como o processo de assumir riscos calculados, reduzindo a probabilidade de ocorrer uma perda e minimizando a escala da perda caso ocorra. (Vansan; Langaro, 2013). O objetivo fundamental do processo da gestão de risco é reduzir o efeito do risco nos objetivos do projeto e, assim, melhorar a tomada de decisão. Inclui a prevenção de problemas potenciais e a detecção precoce de problemas reais quando eles ocorrem.

O conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos define o planejamento do gerenciamento de riscos como o processo de decisão de como abordar e planejar as atividades de gerenciamento de riscos de um determinado projeto (Borges *et al*, 2016). É importante planejar os processos de gerenciamento de risco que se seguem para garantir que o nível, tipo e visibilidade do gerenciamento de risco sejam proporcionais ao risco e à importância do projeto para a organização. A magnitude da tarefa de gerenciamento de risco varia com o tamanho do projeto e sua importância. Vansan e Langaro (2013) sugeriu que a gestão de riscos é um conjunto de princípios, por meio do qual o gerente de projetos avalia continuamente os riscos e suas consequências e toma as estratégias preventivas adequadas.

A gestão de riscos é hoje em dia um fator crítico para o sucesso da gestão de projetos, visto que os projetos tendem a ser mais complexos e a competição cada vez mais acirrada. Existe uma relação direta entre o gerenciamento de risco eficaz e o sucesso do projeto, uma vez que os riscos são avaliados por seu efeito potencial sobre os objetivos do projeto. Os empreiteiros costumam usar marcações altas para cobrir riscos, mas como suas margens se tornaram menores, essa abordagem não é mais eficaz. Ademais, a indústria da construção civil testemunhou mudanças significativas, principalmente nos métodos de aquisição, com os clientes atribuindo maiores riscos aos empreiteiros (Vicente, 2013).

Os princípios fundamentais para o pensamento enxuto são divididos em cinco categorias, que devem ser seguidos continuamente para obter o máximo benefício do sucesso enxuto: (1) Especificar o valor da própria definição e necessidades do cliente e identificar o valor das atividades que geram valor para o produto final; (2) Identificar o fluxo de valor por meio da redução de tudo que não acrescenta valor para o produto final, isso significa interromper a produção quando algo estiver errado e alterar imediatamente (Borges *et al*, 2016).

Os processos que devem ser evitados são perda de produção, superprodução (produção repetida do mesmo tipo de produto, etc.), armazenamento de materiais e processos desnecessários, transporte de materiais, movimento de mão de obra e produtos e, finalmente, produção de produtos que não cumprirem o padrão desejado pelo cliente, bem como todo tipo de tempo de espera desnecessário; garantir que haja um fluxo contínuo no processo e na cadeia de valor, concentrando-se em toda a cadeia de abastecimento (Borges *et al*, 2016).

O foco deve estar no processo e não no produto final. No entanto, o fluxo nunca ficará ótimo até que o valor do cliente seja especificado e o fluxo de valor seja identificado, ou seja, executar rigorosamente o que o cliente espera no momento em que ele necessita e sempre pronto para qualquer modificação realizada por ele. O propósito é diminuir o trabalho desnecessário e utilizar o mecanismo de gestão “Just In Time”. Entregar um produto que

corresponda às necessidades e expectativas do cliente dentro do cronograma acordado e em perfeitas condições, sem erros e defeitos. O modo exclusivo de fazer isso é ter uma comunicação próxima com o cliente bem como com os gerentes e os funcionários (Vicente, 2013).

A construção enxuta é uma forma de planejar técnicas de produção para reduzir a perda de insumos, tempo e trabalho, com a finalidade de gerar o máximo possível de valor. A construção enxuta está usando os mesmos princípios da produção enxuta para minimizar as perdas e ampliar a produtividade e eficácia no trabalho de construção. Supõe-se que os determinantes mais importantes da construção sejam a credibilidade do sequenciamento de trabalho e o fluxo de trabalho, mas a construção enxuta transformou o ponto de vista arcaico do projeto como conversão e adota o conceito de fluxo e geração de valor (Vansan; Langaro, 2013).

Da mesma forma, ele adota as mesmas propostas de produção enxuta, por exemplo, contenção do tempo de ciclo, redução de desperdício e redução da variabilidade. A melhoria contínua, o controle da produção puxada e o fluxo contínuo têm sido a direção para a implementação da construção enxuta (Camera *et al*, 2015).

São várias as vantagens que podem ser atingidas por meio da sobreposição de atividades, divisão de atividades e redução do tempo de transição entre diferentes processos. Os níveis de planejamento fundamentais para programar atividades simultâneas são tempo de espera, dimensão e risco sob incerteza. A engenharia simultânea está se concentrando nos esforços da equipe; a comunicação e a partilha de conhecimentos são os segredos para a descoberta de novas concepções.

É possível utilizar também o cronograma antecipado como uma técnica de *Lean Construction*. O escopo do cronograma antecipado varia de duas a seis semanas e deve ser organizado pelo trabalho em equipe, como reuniões diárias com fornecimento de uma plataforma para os membros da equipe compartilharem seus pontos de vista e compartilharem o que foi alcançado ao mesmo tempo, os problemas de discussão que enfrentam durante o processo de produção, como também o Sistema *Kanban* que é baseado em componentes-chave, como mercado, *Kanban* do fornecedor, veículo de coleta, lojas satélites e sistema de administração de estoque. Os mercados são depósitos que alocam diferentes materiais e pequenas ferramentas aos trabalhadores (Vansan; Langaro, 2013).

Os formulários de solicitação são geralmente usados como sinais *Kanban* entre o mercado e as lojas satélites. O sistema *Kanban* começa normalmente com as portas abertas, de forma que o local possa puxar materiais do fornecedor até determinados perímetros.

Posteriormente, o material solicitado aos fornecedores chega ao mercado e, logo depois, são retirados nas lojas, que normalmente são administradas por pontos registradores.

Essas atividades de segurança podem gerar limitações para tarefas programadas e é por isso que devem ser adotadas como parte das atribuições. Todas as práticas de segurança são, portanto, amalgamadas em um planejamento de curto prazo, que pode ser analisado por meio de *feedback* diário da tripulação e subcontratados, respectivamente, como também ferramentas de gestão da qualidade (Silveira; Santos, 2019).

A fusão das ferramentas de gestão da qualidade na construção enxuta é baseada na mudança da qualidade e na compatibilidade para a qualidade na origem. Um método de pontos é geralmente aplicado para mensurar o desempenho de controles planejados, o que ajudará os trabalhadores a seguir os controles do plano ao invés de corrigirem possíveis erros de qualidade. A inspeção visual demonstra a característica inconstante da construção e leva à utilização de ferramentas visuais para material, trabalho e fluxo de informações, etc. “A identificação de materiais pode acelerar processos repetitivos e diminuir o risco de selecionar o produto errado” (Vicente, 2013, p.68).

O uso de gráficos de progresso e cronogramas são capazes de implementar a dedicação à conclusão de tarefas. A informação e a tecnologia também podem aperfeiçoar o diálogo entre o tomador de decisões e o executor, além de acelerar o processo (Silveira; Santos, 2019).

O *Lean Construction Institute* (2004), descreveu como os projetos atuais devem ser gerenciados e define a administração de projetos da seguinte maneira: (1) Estabelecer as exigências do cliente e projetar para atendê-los; (2) Alinhar o projeto às metas de qualidade, cronograma e custos; (3) Administrar o projeto separando-o em etapas, determinando o prazo e as condições de recursos para cada parte e, em seguida, colocar as partes em uma ordem lógica com o método do caminho crítico; (4) Atribuir ou contratar cada peça, dar um aviso de início e monitorar cada peça para garantir que atenda aos níveis de segurança, qualidade, cronograma e custo. Tomar medidas quanto à variação negativa dos padrões; (5) Coordenar, usando o cronograma central e encontros semanais; (6) Os custos podem ser minimizados pelo aperfeiçoamento da produtividade; (7) O tempo pode ser minimizado agilizando cada peça ou alterando a lógica; e (8) Qualidade e segurança melhoram com inspeção e fiscalização (Vansan; Langaro, 2013).

## **9.2 Efeitos da Implantação das Técnicas de *Lean Construction***

O Quadro 02 abaixo relaciona os principais autores utilizados na presente revisão da literatura, sobre os impactos da implantação de *Lean Construction* em obras de pequeno porte, fazendo assim uma comparação dos resultados desses autores.

Quadro 02- Efeitos da implantação das técnicas *Lean*;

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Resultados</b>
Ochoa <i>et al</i> (2014)	Utilização da <i>Lean Construction</i> e das ferramentas da qualidade na construção de casas populares	Após a conclusão da aplicação do <i>Lean Construction</i> no estudo de caso verificou-se que existe um espaço enorme para melhorias na gestão dos processos e das atividades como todo. Percebe-se também uma ótima aceitação dos colaboradores com as práticas e conceitos evidenciados o que facilitou a obtenção do resultado proposto.
Potter e Ogliari (2013)	Diagnóstico e aplicação da <i>Lean Construction</i> em construtora	Concluiu-se então que a metodologia auxiliou no reconhecimento dos princípios negligenciados e na definição de estratégias pontuais e integradas, que fizessem com que o escopo geral da aplicação da <i>Lean Construction</i> fosse aperfeiçoado e seus benefícios alcançados.
Leite (2014)	Verificação dos princípios <i>Lean Construction</i> em obras de habitação popular no município de Campo Mourão - Paraná	A realização do estudo evidenciou que, mesmo que de forma não estruturada, os princípios <i>Lean Construction</i> são aplicados nas organizações, proporcionando vantagens para as empresas de construção horizontal, como a minimização do desperdício,
Crissóstomo (2014)	Implementação de práticas de <i>Lean Construction</i> em uma obra residencial em Goiânia – estudo de caso	Detectou-se que para a aplicação plena dos conceitos da filosofia <i>Lean</i> na indústria da construção civil, a obra precisa ter um planejamento consolidado de serviços e canteiro, além de um controle eficiente dos serviços executados em obra.
Souza e Montagna (2016)	Estudo da aplicação do princípio <i>Lean Construction</i> na construção de um condomínio residencial em Urussanga - SC	Observou-se que a melhoria nos processos das atividades em um canteiro de obras é uma boa alternativa para tornar-se mais produtivo e ao mesmo tempo manter a qualidade do produto a ser entregue, para tanto é necessário planejar e ter uma visão com base em tudo que compreende uma atividade num canteiro de obras.

Fonte: Autor, (2020).

De acordo com Ochoa *et al* (2014), os esforços de implantação da *Lean Construction* podem ser fracionados em três estágios diferentes, com grau crescente de sofisticação: a primeira fase concentra-se na eliminação de resíduos de uma perspectiva técnica e operacional, muitas vezes por meio de algumas técnicas específicas de produção enxuta ou construção (focado no processo) (Pontes; Lago, 2008).

O segundo estágio enfoca a eliminação de relacionamentos adversários e o aprimoramento dos relacionamentos cooperativos e do trabalho em equipe entre os colaboradores da cadeia de insumos. O terceiro estágio é o mais sofisticado, compreendendo

uma alteração fundamental no gerenciamento do projeto. Suas etapas estruturais são: tecnologia da informação, pré-fabricação, *Last Planner System*, processos realizados de baixo para cima com destaque nos indivíduos, com uma possível reconsideração no projeto e execução, redução dos esforços antagonistas, acordos de longa duração, capacitação em todos os níveis de equipe, e uma perspectiva de sistemas dos processos e do produto (Potter; Ogliari, 2013).

Infelizmente, as atuais discussões sobre *Lean* na construção giram principalmente em torno do primeiro e segundo estágios, com ênfase em técnicas *Lean* específicas aplicadas em casos de projetos específicos e visão limitada da estrutura de negócios de construção mais ampla e governança do projeto (Leite, 2014).

Segundo Leite (2014), a gestão da *Lean Construction* é provavelmente o problema mais crítico e inclui: atrasos na tomada de decisões, falta de envolvimento e visão do cliente e do fornecedor, falta de apoio e comprometimento da alta administração, má definição do projeto, atrasos nas entregas de materiais, relações adversas devido a mecanismos convencionais de contratação, falta de equipamentos, escassez de materiais, falta de tempo para inovação devido a pressões de cronograma e custos, estrutura organizacional inadequada, administração fraca, falta de integração e alianças da cadeia de suprimentos, comunicação deficiente, uso de componentes abaixo do padrão, falta de engajamento de trabalho estável, longos períodos de implementação, pré-planejamento inadequado, estratégias de seleção de aquisições ruins, recursos inadequados, embarque em programas *Lean* de grande escala de uma vez (pressa), falta de foco no cliente e falta de planejamento de longo prazo devido às incertezas contratuais (Crissóstomo, 2014).

Para Ochoa *et al* (2014), a implementação de estratégias inovadoras como *Lean Construction* requer alguns fundos. O financiamento adequado é necessário para motivar a força de trabalho, alterar processos, fornecer equipamentos / materiais relevantes, treinar pessoas e empregar especialistas / consultores *Lean*. Algumas das barreiras financeiras incluem a corrupção do projeto, financiamento inadequado do projeto (orçamento para inovação), inflação, altos custos de implementação inicial, baixos salários profissionais, falta de incentivos e motivação e muita aversão ao risco.

Já para Potter e Ogliari (2013), tem havido vários esforços para aumentar a conscientização, fornecer orientação e conhecimento em relação à construção enxuta por acadêmicos, pesquisadores, profissionais e entidades como o *Lean Construction Institute*, o Programa de Implementação Enxuta de Construção, Excelência em Construção. No entanto, esses órgãos operam em muitos poucos países.

Apesar do crescente número de publicações, os problemas de treinamento parecem ser as armadilhas mais comuns para as práticas *Lean*. Isso pode estar relacionado ao fato de o conceito ter sido adotado desde a indústria de transformação (Crissóstomo, 2014). Algumas dessas barreiras incluem programas e ensinamentos de gestão de construção arcaicos, ausência de conhecimento do *Lean*, carência de habilidades técnicas, analfabetismo de alto nível, falta de treinamento, não ver o *Lean* como um sistema holístico, mas um coquetel de técnicas, conhecimento inadequado, falta de habilidades da equipe de projeto, falta de programas de conscientização *Lean*, dificuldade em compreender conceitos e falta de compartilhamento e disseminação de conhecimento e informação (falta de *benchmarking* e iniciativas ou grupos de compartilhamento de conhecimento). Apesar de sua contribuição econômica significativa, a indústria da construção enfrenta vários problemas relacionados à política governamental (Crissóstomo, 2014).

Alguns estudos revelam que certas barreiras surgem devido às atitudes do governo em relação à indústria da construção em alguns países. Essas barreiras incluem inconsistência nas políticas, falta de amenidades sociais e infraestrutura, indisponibilidade de materiais e preços instáveis de *commodities*. Além disso, algumas das barreiras estruturais como inflação, salários profissionais e corrupção também podem estar relacionadas a questões governamentais. Essas barreiras são consideradas técnicas porque têm um impacto direto na implementação de certas técnicas de construção enxuta (Ochoa *et al*, 2014).

De acordo com Souza e Montagna (2016), alguns dos principais problemas são a falta de projetos construtivos, projetos incompletos, estratégias de medição de desempenho insatisfatórias (não baseadas no processo), compreensão insuficiente do *briefing* do cliente para geração de valor, falta de metodologia de implementação, falta de pré-fabricação, falta de padronização na aplicação de técnicas *Lean*, superenfatizando os benefícios quantitativos (não dando atenção suficiente aos ganhos qualitativos / não quantificáveis), não demonstrando o caso de negócios para *Lean*, incerteza na cadeia de suprimentos, falta de pensamento sistêmico *Lean* (implementação de ideias *Lean* em "silos" parciais) e a natureza fragmentada da indústria como uma barreira para o trabalho em equipe e parceria colaborativa (Potter; Ogliari, 2013).

Alguns desses fatores incluem falta de transparência, desafios em instituir uma cultura de mudança, alta rotatividade de pessoal, falta de autocrítica, falta de trabalho em equipe, falta de gestão / liderança participativa, falta de cooperação e alinhamento de esforços (ou seja, equipes de construção vs. comerciais equipes), estruturas / procedimentos organizacionais rígidos, manutenção inadequada, liderança inadequada, conflito de liderança, não desenvolvimento de competência *Lean* interna (muita confiança em consultores /

treinadores), equívocos sobre construção enxuta, excesso de entusiasmo, vista como muito complexa e estranha, vista como um modismo de gestão, vista como uma ideia exclusivamente manufatureira, vista como um negócio exclusivo do “departamento *Lean*”, implementações *pseudo-Lean* por motivos secundários, uso excessivo de jargão *Lean* / Japonês e medo de práticas desconhecidas (OchoA *et al*, 2014).

### 9.3 Aplicações de Outros Métodos que Auxiliam para a Implementação do Pensamento Enxuto

O Quadro 03 abaixo relaciona os principais autores utilizados na presente revisão da literatura, sobre as aplicações de outros métodos que auxiliam para a implementação do pensamento enxuto, fazendo assim uma comparação dos resultados desses autores.

Quadro 03 - Aplicações de outros métodos que auxiliam para a implementação do pensamento enxuto.

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Resultados</b>
Candida <i>et al</i> (2017)	Construção enxuta, proposta de diagnóstico e análise do canteiro de obras	Salienta-se que as mudanças compreendem uma mudança de cultura das pessoas envolvidas, sendo imprescindível que haja uma mudança na forma de gestão na construção civil para o crescimento saudável do setor.
Peretti <i>et al</i> (2016)	Princípios de Construção Enxuta em Empresa de Pequeno Porte em Guarulhos (SP)	Observou-se grande interesse na implantação de tais princípios, sendo ponto negativo a necessidade de mudança de cultura, visto que muitas atividades tidas como “vícios” devem ser eliminadas frente a novo conhecimento. Os gestores e a alta direção da organização estudada sentiram-se motivados a seguir a filosofia, assim como outras ferramentas de produção enxuta, tais como o <i>Kanban</i> , <i>Housekeeping</i> , <i>5S</i> , <i>just in time</i> .
Freitas (2018)	Construção enxuta em obras de pequeno porte	O cenário atual das obras de pequeno porte, traz muitos obstáculos para aplicação do <i>Lean Construction</i> , porém é possível começar a aplicá-lo com algumas ferramentas que não afetem drasticamente o processo atual e ver os benefícios que esse pensamento pode trazer.
Becker (2009)	Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo: Um estudo de caso	Com base nos estudos de caso realizados foi possível gerar e validar um conjunto de diretrizes voltadas à aplicação de princípios da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obra, organização do canteiro e aumento da transparência em obras pequenas e de curta duração.
Pontes e Lago (2008)	Implementação do pensamento enxuto através do projeto do sistema de produção: estudo de caso na construção civil	As iniciativas aumentaram a produtividade (uma média de 15%) e reduziram a duração de projeto (de 8 para 7 meses).

Fonte: Autor, (2020).

Segundo Candida *et al* (2017), o pensamento enxuto começa com a eliminação do desperdício para que todo o trabalho agregue valor e supra às exigências do cliente. Identificar etapas com e sem valor agregado em cada processo é o início da jornada em direção às operações enxutas. Para que os princípios enxutos criem raízes, os líderes devem primeiro trabalhar para criar uma cultura organizacional que seja receptiva ao pensamento enxuto. O compromisso com o *Lean* deve começar no topo da organização, e toda a equipe deve estar envolvida em ajudar a redesenhar os processos para melhorar o fluxo e reduzir o desperdício. Embora o atendimento à saúde seja diferente em muitos aspectos da fabricação, também existem semelhanças surpreendentes: seja construindo um carro ou prestando atendimento médico para o paciente, os trabalhadores devem contar com vários processos complexos para realizar suas tarefas e agregar valor ao cliente ou paciente. Desperdício - de dinheiro, tempo, suprimentos ou boa vontade - diminui o valor (Peretti *et al*, 2016).

Uma combinação eficaz de ambas as abordagens inclui a filosofia de maximização de valor do *Lean*, sustentada por métodos baseados em dados na tomada de decisão (do Seis *Sigma*) com foco no cliente (do *Lean*). Todos os incentivos e medidas são revisados (usando *Lean*) para garantir a otimização global e a minimização da variação (de Seis *Sigma*) seria uma parte disso. Todos os benefícios do *Lean Six Sigma* só serão percebidos quando aplicado tanto no nível estratégico quanto no operacional, com aplicação universal apenas no nível estratégico (Becker, 2009).

A aplicação no nível operacional resulta apenas na redução de custos, enquanto a aplicação no nível estratégico resulta em benefícios mais amplos para a organização. Freitas (2018) citou que o *Lean Six Sigma* é uma metodologia de melhoria promissora que incorpora o melhor do *Lean* e o melhor do *Six Sigma*. É muito raro que duas abordagens para aumentar o valor, eliminar o desperdício e reduzir a variação possam ser usadas de forma complementar e não competitiva (Pontes; Lago, 2008).

O Sistema Toyota de Produção, progenitor da manufatura enxuta, é amplamente considerado como o sistema de produção mais eficaz já desenvolvido. Ele foi adotado com sucesso por empresas de manufatura em todo o mundo, resultando em ganhos significativos, em eficiência e qualidade em empresas de todos os tamanhos (Peretti *et al*, 2016).

Uma implementação enxuta típica envolve um mapeamento de fluxo de valor inicial que define a jornada de melhoria. Em seguida, há a organização da casa. Isso pode envolver sistemas de trabalho flexíveis e (especialmente) o 5S (classificação, endireitamento, limpeza sistemática, padronização e manutenção). Posteriormente, outras ferramentas específicas são implementadas conforme a necessidade (Freitas, 2018).

Isso inclui trabalho padrão, troca de matrizes, manutenção da produtividade total e proteção contra erros. Avanços adicionais podem envolver oferta e demanda, através de sistemas puxados *Just In Time* e (escalonamento de nível). Também relevante é a integração entre o planejamento enxuto e a produção e os sistemas de controle, como o planejamento de recursos de materiais. Isso nem sempre é fácil devido a ênfase enxuta na tração, enquanto a realidade é que muitos fabricantes se beneficiam do controle de fluxo de produção híbrida. Sistemas estão sendo desenvolvidos para operacionalizar isso, embora uma explicação detalhada esteja além do escopo presente (Candida *et al*, 2017).

Portanto, os pontos fracos em uma abordagem enxuta típica podem estar na fixação em ferramentas como um fim em si mesmas. Isso promove melhorias isoladas em vez de otimização de todo o sistema de produção e uma apreciação incompleta do papel da liderança para o desenvolvimento organizacional (Pontes; Lago, 2008).

No contexto da mudança organizacional buscou-se métodos que apoiem a sustentabilidade, ou seja, a obtenção de benefícios duradouros. A decisão de implementar o *Lean* é normalmente uma decisão da alta administração, ou seja, uma iniciativa de mudança de cima para baixo. Embora existam muitos modelos do processo de gerenciamento de mudanças, o processo nem sempre é tão bem-sucedido quanto pretendido. Como mostra o gerenciamento de mudanças, mudanças abruptas resultam em resistência. Em um nível mais profundo, o *Lean* é uma cultura, ou seja, um conjunto de atitudes organizacionais, ao invés de um mero uso de ferramentas. A sustentabilidade depende da cultura organizacional e da resposta coletiva à mudança (Peretti *et al*, 2016).

Além disso, muitas das ferramentas enxutas são sofisticadas em seus requisitos para um determinado tipo de cultura, incluindo forte motivação intrínseca no nível do chão de fábrica para os processos (por exemplo, *Kaizen*, 5S, círculos de qualidade, células de trabalho e seis *sigma*). Assim, a implementação do *Lean* requer um processo de gerenciamento de mudanças que promova os resultados, portanto, mude a liderança por meio de *coaching* em vez de uma mudança meramente diretiva de cima para baixo (Freitas, 2018).

Em um sistema enxuto, o princípio de respeito pelos humanos é tão necessário quanto a redução de desperdícios. *Lean* é comumente associado a este último e o respeito pelo componente humano é amplamente negligenciado. O verdadeiro *Lean* envolve um foco nas pessoas de uma organização, criando uma cultura que capacita a equipe em todos os níveis para fazer mudanças inovadoras que melhoram a produtividade, reduzindo o desperdício de ação. Isso cria organizações de aprendizagem dinâmicas e flexíveis de mudança emergente (Candida *et al*, 2017).

Processos de comunicação eficientes e eficazes permitem colaboração e consenso, juntamente com visão compartilhada e engajamento. Desta forma, o "respeito pelos humanos" funciona sinergicamente com e para a "eliminação de resíduos". Negligenciar o componente humano compromete a sustentabilidade da mudança e dificulta o alcance do nível de excelência cultural para a melhoria contínua (Pontes; Lago, 2008).

Para Peretti *et al* (2016), isso introduz uma dimensão de tempo para a implementação, uma vez que a cultura não é instantânea. Conseqüentemente, pode ser necessário construir essa cultura. Especificamente, o *Lean* é implementado em estágios ao longo do tempo, selecionando as ferramentas que são apropriadas para a organização naquele momento. Pode ser mais sensato primeiro implementar métodos mais simples com a visão de engajamento e aceitação da equipe ao invés de tentar introduzir imediatamente as ferramentas enxutas mais complexas. Essas se tornam pequenas “vitórias” que criam impulso e confiança da equipe. Os funcionários precisam estar engajados para apoiar um método difícil. Portanto, mesmo que certas ferramentas enxutas possam conter a promessa de altos retornos, sua implementação também pode ser arriscada. O fracasso pode arruinar as chances futuras de sucesso e engajamento (Becker, 2009).

A implementação do *Lean* é, portanto, uma estratégia organizacional em relação à mudança da cultura ao longo do tempo, pela implementação seletiva e progressiva de ferramentas *Lean* que são relevantes para a situação daquela organização naquele momento, seguido por implementação posterior quando a cultura for alcançada. Os profissionais geralmente descrevem essa progressão temporal deliberada como a jornada enxuta. Assim, o conceito de melhoria contínua se aplica não apenas às operações técnicas, mas também à implementação estratégica em nível organizacional. A dificuldade residual é decidir quais ferramentas enxutas são relevantes para a organização naquele ponto de sua jornada (Freitas, 2018).

O gerenciamento de uma obra enfrenta muitos desafios e a maioria é prática, que necessita de solução, ou melhor, de compreensão. O resultado dessas dificuldades é a sobrecarga da indústria da construção com atrasos e que muitas vezes sofre com o peso de custos e tempo. Peretti *et al* (2016), relatou que o gerenciamento ineficaz do projeto gera uma das principais razões para atrasar projetos e sua execução. Portanto, esses problemas correlacionados ao gerenciamento, em particular, devem ser compreendidos, e os esforços precisam ser direcionados para o desenvolvimento de resultados e técnicas de operação mais eficiente (Becker, 2009).

De acordo com Freitas (2018), a implantação de novas metodologias de produção associadas a técnicas de *Lean Construction* na construção, demanda atitudes inovadoras de desempenho, como desperdício, valor, tempo de ciclo ou variabilidade. Pesquisas do Reino Unido revelaram que até 30% das atividades da construção é retrabalho, apenas 40 a 60% da eficiência potencial é da mão de obra, os acidentes podem ser responsáveis por 3 a 6% do custeio total e pelo menos 10% dos insumos são perdidos. O valor de retrabalho em projetos de construção australianos foi revelado como sendo de até 35% do custeio total do projeto e colabora com até 50% dos custos totais excedentes de um projeto (Freitas, 2018).

Na verdade, o retrabalho é um dos fatores primários que contribuem para o fraco funcionamento e rendimento da indústria de construção. Geralmente, presume-se que existe um nível muito alto de resíduos / atividades sem valor agregado na construção, e é difícil mensurar todos os resíduos na construção. Diversas pesquisas parciais de vários países comprovaram que os resíduos na indústria da construção configuram uma porcentagem relativamente grande do custo de produção. A existência de uma porcentagem considerável de resíduos na construção empobreceu o desempenho geral e o rendimento da indústria, e determinadas providências devem ser implantadas para retificar a situação atual (Candida *et al*, 2017).

As medidas de resíduos são mais efetivas para apoiar a gestão dos processos, pois possibilitam que sejam modelados alguns custos operacionais de forma adequada e gerem informações que costumam ser significativas para os colaboradores, originando condições para a implementação do controle descentralizado (Pontes; Lago, 2008).

Quer se trate de fabricação ou construção, as metas e prioridades de negócios de cada empresa permanecem as mesmas - para aumentar a eficiência operacional, reduzir os problemas de estoque, reduzir imprecisões e cumprir o cronograma. Porém, as incoerências são características próprias da construção devido a várias razões, como condições climáticas flutuantes, fornecedores não confiáveis, requisitos de estoque em constante mudança ou indisponibilidade de mão de obra e todos esses fatores afetam negativamente o andamento dos projetos de construção (Candida *et al*, 2017).

Para Pontes e Lago (2008), a aplicação dos princípios enxutos não elimina completamente as inconsistências, mas definitivamente ajuda a mitigar as interrupções provocadas por aspectos internos e externos. O gerenciamento enxuto permite que a equipe de construção identifique áreas de melhoria e aja a tempo de ver resultados tangíveis. A construção enxuta, quando usada em conjunto com as técnicas tradicionais de gerenciamento de projeto, ajuda todos os envolvidos a entender como as informações, a mão de obra e os materiais podem

ser usados com mais eficiência para entregar os resultados desejados no prazo, sem exceder o orçamento.

Construtoras progressistas que acreditam na melhoria e mudança constantes estão adotando a metodologia enxuta para otimizar a forma como suas pessoas, práticas e processos trabalham e para melhorar o fluxo de trabalho e a confiabilidade, reduzindo custos (Becker, 2009).

A gestão de projetos de construção é de natureza contratual com atribuições predefinidas que visam atingir um equilíbrio perfeito entre os objetivos das várias partes interessadas. A coordenação entre a tripulação é essencialmente controlada por um plano centralizado que determina a sequência de atividades desde a concepção até a conclusão. Com essa abordagem, todos os custos, atrasos, erros e aprendizado acontecem durante o andamento das atividades. A redução de custos é o resultado do aumento da produtividade e o cronograma do projeto é reduzido pela aceleração das operações ou modificação do fluxo de trabalho existente para incluir trabalho simultâneo. Para Freitas (2018), o desperdício é o custo extra incorrido em retrabalho, reparos ou trabalho prolongado que poderia ter sido evitado com um planejamento adequado (Becker, 2009).

A construção enxuta funciona em um modelo muito diferente, no qual as operações são gerenciadas de forma alinhada para entregar valor real ao cliente. O cronograma do projeto e o custo total estimado são considerados parte do sistema de produção onde um cronograma centralizado governa toda a coordenação e comunicação, enquanto o fluxo de trabalho é gerenciado pela equipe envolvida e responsável por atingir os objetivos do projeto (Candida *et al*, 2017).

Os objetivos principais da construção enxuta são maximizar o rendimento, valor para o cliente e minimizar o desperdício. O monitoramento constante permite que a equipe faça melhorias e reduza o desperdício, enquanto a comunicação clara garante um fluxo de trabalho confiável e uma conclusão oportuna, garantindo que os requisitos do cliente sejam atendidos sem atrasos e discrepâncias (Candida *et al*, 2017).

A construção enxuta destaca a geração de valor por toda a duração do projeto, mesmo quando o mercado continua a flutuar, as ferramentas e técnicas evoluem e as práticas de negócios passam por avanços. Com a construção enxuta, toda a ação é coordenada por meio de tração e fluxo contínuo, ao contrário da construção tradicional, onde cada atividade é governada pela autoridade central e conduzida por um cronograma predefinido. O sistema descentralizado de tomada de decisão de construção enxuta garante transparência e

responsabilidade com informações atualizadas, capacitando todos os envolvidos a tomarem as medidas certas no momento certo (Becker, 2009).

Não existe uma abordagem padronizada para o gerenciamento de projetos de construção e, portanto, ele emprega uma série de ferramentas e técnicas para reduzir o tempo de construção, o desperdício de material e os custos de mão de obra, no mesmo passo que aumenta a produtividade e a eficiência do trabalho (Pontes; Lago, 2008).

A abordagem tradicional da construção se concentra exclusivamente no que o cliente deseja e é exatamente isso que está incluído nas especificações. A construção enxuta, por outro lado, prioriza o que o cliente realmente valoriza, indo além do que deve ser construído e entendendo por quê (Pontes; Lago, 2008).

Compreender a perspectiva do cliente desde o início, durante a fase de planejamento e reunir todas as partes interessadas ajuda a entregar rigorosamente o que o cliente espera. Quando o engenheiro, o arquiteto, o dono da casa, o empreiteiro, o supervisor e os fornecedores transmitem claramente o que o cliente deseja, eles podem dar suas contribuições e ajudar a transformar as ideias em realidade com execução imediata (Candida *et al*, 2017).

## 10 CONCLUSÃO

A implementação das ferramentas de *Lean Construction*, como se pode observar, consiste na aplicação e utilização de instrumentos simples e de fácil execução, como a elaboração de planilhas contendo o planejamento global e semanal da obra e algumas mudanças assistidas treinando a força de trabalho para aderência e uso eficaz das ferramentas de gestão visual.

Constatou-se que as ferramentas da construção enxuta têm potencial para contribuir para a melhoria da gestão da obra, bem como aumentar a transparência dos processos. Levar os conceitos da *Lean Construction* para pequenas obras certamente dará mais controle sobre os serviços que estão sendo executados, os materiais gastos, evitando desperdícios. Portanto, proporcionando ao trabalho um planejamento prévio utilizando ferramentas simples, como as sugeridas nesta pesquisa, há um aumento na eficiência do controle e execução das atividades propostas. O controle visual dos materiais e ambientes produtivos dentro do canteiro de obras leva a uma maior transparência no processo produtivo, o que gera economia e aumento da produtividade, pois é mais fácil identificar os resíduos.

Muitos conceitos de *Lean Construction* foram trabalhados, principalmente em um cenário onde economicamente, a construção civil está no centro do desenvolvimento de todos os países. A melhoria do processo de construção civil para obras de pequeno porte, visando melhorar a eficiência e eficácia da gestão da produção, é de suma importância neste contexto. Para tanto, esta pesquisa resultou no esclarecimento de dúvidas sobre como o tema está sendo conduzido nas publicações nacionais.

Com base em uma revisão de literatura, buscou-se com os objetivos específicos, organizar as bases de pesquisa, definição de palavras-chave, e assim os resultados obtidos, possibilitando um cruzamento com o estado da arte em construção enxuta, subsidiando a conclusão do objetivo geral.

Como resultado dessa pesquisa, identificou-se que as publicações tendem a crescer principalmente em nível nacional, além da necessidade de trabalhar com outros métodos científicos, apoiando novos modelos de resultados e ampliando as discussões no meio acadêmico. Alguns artigos não exploram o conceito de princípios de construção enxuta versus a ferramenta utilizada, o que justifica avançar no entendimento do assunto em pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. **Chão de Obra**, 2011. Disponível em: <[http://www.chaodeobra.com.br/2011/08/mentalidade -enxuta/](http://www.chaodeobra.com.br/2011/08/mentalidade-enxuta/)>. Acesso em: 03 Setembro de 2020.

ARRUDA, V. **Os 7 Princípios da Construção Enxuta (Lean Construction)**. 2017. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/principios-construcao-enxuta/>> Acesso em: 07 de março de 2020.

AZEVEDO, B. M. M. **Modelo de implementação de sistema de produção Lean no INESC Porto**. P. 49, 2010.

BALLARD, G ; HOWELL, G. **Towards Construction JIT**. Reino Unido, Association of Researchers in Construction Management, 1995.

BALLARD, Herman Glenn. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Tese de Doutorado em Engenharia Civil - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BARREIRAS, M. V. S. **Lean Manufacturing - Aplicação das ferramentas enxutas**. [S.I.].

BARROS NETO, J. P. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, Curso de Doutorado em Administração, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999.

BAUMHARDT, E. O. **Sistemática para a operacionalização de conceitos e técnicas da construção enxuta**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BECKER Beatriz. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo: Um estudo de caso**. Universidade Federal do Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso. 2009.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e pequenas empresas de construção**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Planejamento e Controle da Produção Para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 190 p.

BORGES Priscilla *et al.* **Proposição de ferramentas da lean construction em obras de pequeno porte**. XXIII Simpósio de Engenharia de Produção Gestão de Operações em Serviços e seus Impactos Sociais. 2016.

BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na mentalidade enxuta**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2009.

CAMERA Elaine *et al.* **Utilização dos princípios da lean construction como estratégia de melhorias em canteiros de obras:** uma revisão sistemática. XXXV Encontro Nacional De Engenharia de Produção. 2015.

CAMPOS, R. et al. **A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total.** [S.l.].

CANDIDA Camila *et al.* **Construção enxuta, proposta de diagnóstico e análise do canteiro de obras.** Rev. FAE, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 42 - 58, jan./jun. 2017.

CARVALHO, B. S. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, 2008.

CARVALHO, F S. F. **Avaliação da Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em Empresas Construtoras.** São Carlos-SP, 2006. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. Coordenação De Engenharia Civil. Curso De Engenharia Civil. Trabalho de Conclusão de Curso. 2013.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. **Just in Time, MRPII e OPT – Um enfoque estratégico.** 2<sup>a</sup> edição. Brasil: Atlas, 1993.

CRISSÓSTOMO Rafael. **Implementação de práticas de lean construction em uma obra residencial em Goiânia – estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Goiás. 2014.

CRUZ, C. C. R. **Análise da implementação dos elementos e ferramentas da produção enxuta em canteiros de obras na cidade de Belém do Pará.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2011.

DAVE, B. et al. **Exploring the recurrent problems in the last planner implementation on construction projects.** In: Proceedings of the Indian Lean Construction Conference (ILCC 2015). Institute for Lean Construction Excellence, 2015.

DEFENSE, J. **Produção Lean na Indústria de Pré-fabricados de Betão Armado em Portugal.** Lisboa, Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, 2010.

FERNANDES, F. et al. **Program 5S e Kaizen.** Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2009.

FERREIRA, K. R. S. **Estudo Sobre a Filosofia da Construção Enxuta Aplicada as Construções de Pequeno Porte.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Pós-Graduação em gerenciamento da Construção civil, URCA. 2012.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction:** Princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras. Porto Alegre, v. 15, p. 50 - 58, 2002.

FREITAS Matheus Augusto. **Construção enxuta em obras de pequeno porte.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Uberlândia. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Gestão de Pessoas: enfoque nos papéis profissionais**. 1º edição. São Paulo: Atlas, 2010.

GUIMARÃES, L. A.; GUIMARÃES, C. R. **Utilização da construção enxuta no planejamento e controle de obras na construção civil**. In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... João Pessoa, PB: 2016.

HOFACKER, A. et al. **Um modelo de avaliação do grau de aplicação de ferramentas lean em empresas construtoras: o Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR)**, Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 2, n. 2, p. 156 - 174, dez. 2010.

ISATTO, E. L. et al. **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. 1ª Ed. SEBRAE, 2000.

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

KOSKELA L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Dissertation for the degree of Doctor of Technology at Helsinki University of Technology. - Espoo : Technical research centre of Finland. Finland, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report n.72. Center of Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering, Stanford University, 1992.

KRAFCIK, J. F. **Triumph of the Lean Production System**. Sloan Management Review. Fall, 1988.

LEAN Construction Institute, **What Is Lean Construction?** <<http://www.leanuk.leanconstruction.org/whatis.htm>>, 2004. Google Scholar

LEITE Jonas. **Verificação dos princípios Lean Construction em obras de habitação popular no município de Campo Mourão – Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2008.

MATTOS, A.D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo, Pini, 2010.

MINAYO. M. C. S. **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. 29ª Edição. Vozes. Rio de Janeiro. 2010.

NASCIMENTO, A. C. M. **Lean Construction – Planejamento e controle em obras de edificações**. 2009. Extrato da monografia apresentada ao curso MBA em Gestão da Construção Civil pela Universidade Federal Fluminense. Disponível em:<[http://www.creamg.org.br/Paginas/03\\_Gabinete/Comunicacao/Publicacao/C3%A7%C3%B5es/Artigos.aspx](http://www.creamg.org.br/Paginas/03_Gabinete/Comunicacao/Publicacao/C3%A7%C3%B5es/Artigos.aspx)> Acesso em: 27 de março de 2020.

NATALI, M. **Praticando o 5S: na indústria, comércio e vida pessoal**. São Paulo: Editora STS, 1995.

OCHOA Álvaro Antonio *et al.* **Utilização da lean construction e das ferramentas da qualidade na construção de casas populares**. Revista de Trabalhos Acadêmicos Universo Recife. 2014.

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

OLIVEIRA, E. A. **Adequação de micro e pequenas empresas de construção civil à lean construction – estudo de caso em alagoas**. In: XXII SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Anais... Bauru, SP: 2015.

PÁDUA, R. **Implementação de Práticas de Lean Construction em uma Obra Residencial em Goiânia – Estudo de Caso**. 2013. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/IMPLEMENTA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_PR%C3%81TICAS\\_DE\\_LEAN\\_CONSTRUCTION\\_EM\\_UMA\\_OBRA\\_RESIDENCIAL\\_EM\\_GOI%C3%82NIA\\_%E2%80%93\\_ESTUDO\\_DE\\_CASO\\_\(2013\).pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/IMPLEMENTA%C3%87%C3%83O_DE_PR%C3%81TICAS_DE_LEAN_CONSTRUCTION_EM_UMA_OBRA_RESIDENCIAL_EM_GOI%C3%82NIA_%E2%80%93_ESTUDO_DE_CASO_(2013).pdf)>. Acesso em: 10 de março de 2020.

PASQUALINI, F. **Fluxo de Valor na construção de edificações habitacionais: Estudo de caso em uma construtora de Porto Alegre/RS**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil. 2005.

PEREIRA, J. P. N. G. C. **Aplicação do Lean construction no Controle e Gestão em Processos de Produção**. Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2012.

PEREIRA, Maurício Gomes. **Artigos científicos: como redigir, publicar e avaliar**. Rio de Janeiro: GEN, Guanabara Koogan, 2014.

PERETTI Luiz Celso *et al.* **Princípios de Construção Enxuta em Empresa de Pequeno Porte em Guarulhos (SP)**. Organizações em contexto, São Bernardo do Campo, ISSNe 1982-8756. 2016.

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](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GOL681.pdf)>. Acesso em: 27 de abril de 2020.

PONTES Bruno, LAGO Thaís. **Implementação do pensamento enxuto através do projeto do sistema de produção: estudo de caso na construção civil**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2008.

POTTER Luiz, OGLIARI Cecília. **Diagnóstico e aplicação da lean construction em construtora**. Iniciação Científica - CESUMAR. 2013.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2014.

ROMANEL, F. B. **Jogo "desafiando a produção": uma estratégia para a disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

SALVADOR. M. V. – **Aplicação do Conceito Lean Construction em Obras de Pequeno Porte.** Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2013.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** Vitória, ES, 2008.

SARHAN, S.; FOX, A. **Barriers to Implementing Lean Construction in the UK Construction Industry.** The Built & Human Environment Review, Cidade, v. 6, p. 1-17, 2013.

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](http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0166.pdf)>. Acesso em: 23 de abril de 2020.

SAYER, A. & WALKER, R. **The New Social Economy: reworking the division of labor.** Cambridge, Massachusetts, Oxford. Blackwell, 1992.

SILVEIRA Igor, SANTOS Valdete. **Aplicação da lean construction em empresas de pequeno porte do setor da construção civil: um estudo de caso.** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Palmas – TO. 2019.

SOLOMON, J. A. **Application of the principle of Lean Production to construction.** Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering, B. S. C. E, University of Cincinnati, Cincinnati, 2004.

SOUZA E SILVA, M. F.; FELIZARDO, F. C. **Aplicação de técnicas de gestão em obras de pequeno porte e curta duração.** V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção, Anais, Campinas, 2007.

SOUZA Vitor, MONTAGNA Patrícia. Estudo da aplicação do princípio lean construction na construção de um condomínio residencial em Urussanga - SC. Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC. 2016.

SOUZA, B. C., & CABETTE, R. E. S. (2014). **Gerenciamento da construção civil: estudo da aplicação da “lean construction” no Brasil.** Revista Gestão & Tecnologia, 2(1), p. 21-26, 2014.

SOUZA, U. E. L. D. **Como reduzir perdas nos canteiros.** 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2005.

SYAL, M.G.; GROBLER, F. WILLENBROCK, J; PARFITT, M.K. **Construction Project Planning Model for Small-Medium Builders.** Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, v.118, n.4, Dec., pp. 651-666. New York: 1992.

VALLE, R. L., **Canteiro de Obras – Planejamento do sistema produtivo da construção civil.** Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade

Federal de Mato Grosso no Campus Universitário do Araguaia, Barra do Garças, MT, 2016. 44 p.

VALVERDE, D. S. G.; CINTRA, M. A. H. **O 5S e sua implantação na pequena empresa construtora e de edificações**. 2º Encontro Mineiro de Engenharia de Produção, Viçosa, 2006.

VANSAN Ana Paula, LANGARO Eloise Aparecida. Ferramentas lean aplicadas às empresas de Construção civil classificadas no modelo LCR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná

VARALLA, R. **Planejamento e Controle de Obras**. O Nome da Rosa Editora. 118 pág. São Paulo: 2003.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**, 3. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2016

VICENTE Matheus. **Aplicação do conceito de Lean Construction em obras de pequeno porte**. Universidade de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso. 2013.

WIGINESCKI, B. B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo**: um estudo de caso. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking: elimine o desperdício e crie riqueza**. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. Elsevier, 2004. Título original: Lean thinking.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, J. **The machine that changed the world**. New York, N.Y : Macmillan, 1990.

# ANEXOS

## Anexo A: Resumo de Percentual de Plágio

### Resultado da análise

Arquivo: 1 INTRODUÇÃO plagio (1).docx

#### Estatísticas

**Suspeitas na Internet: 2,12%**

Percentual do texto com expressões localizadas na Internet

**Suspeitas confirmadas: 2,65%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados

**Texto analisado: 94,3%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

**Sucesso da análise: 100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

#### Endereços mais relevantes encontrados:

Endereço (URL)	Ocorrências	Semelhança
<a href="https://www.researchgate.net/publication/311668062_PROPOSICAO_DE_FERRAMENTAS_DA_LEAN_CONSTRUCTION_EM_OBRAS_DE_PEQUENO_PORTE">https://www.researchgate.net/publication/311668062_PROPOSICAO_DE_FERRAMENTAS_DA_LEAN_CONSTRUCTION_EM_OBRAS_DE_PEQUENO_PORTE</a>	9	6,55 %
<a href="https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3036/1/CURSO_MICROECONOMIA_MODULO%2002%20E%2003.pdf">https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3036/1/CURSO_MICROECONOMIA_MODULO%2002%20E%2003.pdf</a>	7	7,49 %
<a href="http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_226_26779.pdf">http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_226_26779.pdf</a>	6	8,38 %
<a href="https://slideplayer.com.br/slide/16686388">https://slideplayer.com.br/slide/16686388</a>	5	0,76 %
<a href="https://www.sending.es/pt-pt/setores">https://www.sending.es/pt-pt/setores</a>	5	1,14 %
<a href="https://universodoforex.webnode.com.br/negociações-no-mercado-de-cambio-on-line/analises-tecnicas">https://universodoforex.webnode.com.br/negociações-no-mercado-de-cambio-on-line/analises-tecnicas</a>	4	6,69 %

#### Texto analisado:

##### RESUMO

A filosofia Lean tem como foco principal a redução de atividades que não agregam valor ao produto final e pode ser utilizada em vários segmentos da economia, sendo guiados por um pensamento central dedicado a aperfeiçoar técnicas de concepção de valor. Cada esfera do mercado faz a utilização dessa filosofia com ajustes e adaptações viáveis e apropriados a cada uma delas e na construção civil não foi diferente. A problemática que detém o foco desse estudo é a ineficiência nos processos de produção e desperdício de matéria-prima. Para a construção do seguinte trabalho foi realizada uma revisão na literatura sobre as principais técnicas e ferramentas da filosofia Lean utilizadas na indústria da construção civil. A presente pesquisa possui objetivos de caráter exploratório, com abordagem qualitativa e quanto aos procedimentos se caracteriza como pesquisa bibliográfica, para a coleta de dados os estudos foram escolhidos de acordo com os objetivos do presente trabalho, com uma análise sistêmica dos dados, relacionando os autores selecionados e formulando os dados através de quadros. Outro aspecto importante abordado no presente trabalho são os princípios básicos da Lean Construction que ditam técnicas de contenção de desperdícios e de origem de resultados ágeis e engajados com a individualidade de cada projeto. Esse trabalho visa avaliar a possibilidade de implementação da Lean Construction em obras de pequeno porte e identificar as adequações fundamentais ao projeto para que os processos se alinhem a este conceito.

Palavras-chave: Lean, Lean Construction, Desperdício, Valor, Adequações, Construção Civil, Pequeno porte.

##### 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a filosofia Lean foi sendo utilizada em várias esferas do mercado, por meio de ajustes apropriados a cada uma delas, guiados por uma linha de pensamento que se dedica a perfeição das técnicas mediante a