


**unesp**  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**PATRÍCIA CESARE CAMPOS**

**ADOÇÃO DE PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO**  
**CIVIL**

Guaratinguetá

2013

PATRÍCIA CESARE CAMPOS

ADOÇÃO DE PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Livre Docente Otávio José de Oliveira

Guaratinguetá

2013

C198a

Campos, Patrícia Cesare

Adoção de Práticas da Produção Enxuta na Construção Civil – estudo de caso / Patrícia Cesare Campos – Guaratinguetá : [s.n], 2013.

57 f. : il.

Bibliografia : f. 51-55

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Otávio José de Oliveira

1. Construção civil 2. Produção enxuta I. Título


CDU 69

**ADOÇÃO DE PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

**PATRÍCIA CESARE CAMPOS**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
“GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

  
Prof. Dr. YZUMI TAGUTI  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Livre Docente OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA  
Orientador FEG/UNESP



Profª. Drª. ARMINDA EUGENIA MARQUES CAMPOS  
FEG/UNESP



Prof. Dr. YZUMI TAGUTI  
FEG/UNESP

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por iluminar e abençoar minha trajetória.

Aos meus pais, Elisete e Jorge, por me conceder a vida, por todo o zelo e carinho, pela educação e lições que me deram, por sempre me motivarem e serem minha inspiração, meus exemplos de vida e meus heróis.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, que me apoiam e acreditam em meu potencial.

Ao meu namorado Luiz Fernando Camargo, pelo afeto, confiança e sua capacidade de sempre me fazer rir.

Ao meu orientador Otávio José Oliveira, por ter me apresentado o tema, pelo compartilhamento de conhecimento, auxílio e paciência.

Aos meus colegas da graduação, àqueles que se mostraram verdadeiros amigos e que fizeram estes cinco anos serem inesquecíveis.

Às queridas Adryelle Gregório, Alana Rangel e Maiara Abud, que nunca hesitaram em me oferecer um ombro amigo.

Aos colegas de trabalho, em especial à Viviane Caporal e Denis Franco, pelo companheirismo, incentivos e “puxões de orelha” durante o período de estágio.

A todos que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

CAMPOS, P. C. **Adoção de práticas da produção enxuta na construção civil.** 2013, 57f. Tese (Trabalho de Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

## **RESUMO**

O setor da construção civil está sendo estimulado a se industrializar por meio da adoção de práticas da produção enxuta nos processos construtivos. Diante disso, este estudo verifica e identifica boas práticas e dificuldades na implantação da produção enxuta em construtoras do Estado de São Paulo, de modo a ser possível formular recomendações para potencializar o desempenho dos conceitos enxutos aplicados. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de casos múltiplos, sendo que as empresas estudadas são construtoras que já tenham iniciado a aplicação enxuta em seus sistemas. A partir dos resultados, realizou-se uma análise dos casos a fim de observar a situação das construtoras em relação à construção enxuta e, com base nesta análise, foram propostas recomendações para as empresas refletirem sobre os princípios enxutos e aplicá-los juntamente à sua gestão de obras.

**Palavras-chave:** Produção enxuta; Construção enxuta; Construção civil.

CAMPOS, P. C. **Adoption of lean production practices in civil construction.** 2013, 57f. Dissertation (Bachelor in Civil Engineering) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

### **ABSTRACT**

The civil construction sector has been stimulated to industrialize itself by the adoption of lean production practices in its constructive process. Given this fact, this research verify and identify good practices and difficulties in implementing lean production in construction companies in the State of São Paulo, in order to be able to formulate recommendations to potentiate the performance of the lean concepts applied. The research method used was a multiple case study, where the companies analyzed are constructors that have already initiated the lean application in their systems. From the results, a case analysis was conducted in order to note the constructors' situation in relation to lean construction and, base on this analysis, recommendations were proposed for the companies reflect on lean principles and apply them along to your construction management.

**Key-words:** Lean production; Lean construction; Civil construction

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Três níveis da Produção Enxuta.....	13
Figura 2 - Processo da Construção Enxuta.....	21
Figura 3 - Integração dos Projetos de Construção.....	26
Quadro 1 - Ideias Chave da Construção Enxuta.....	25
Quadro 2 - Relação entre as construtoras investigadas e os desperdícios.....	39
Quadro 3 - Aplicação de técnicas de gestão de obras nas construtoras investigadas.....	40
Quadro 4 - Aplicação dos princípios enxutos nas construtoras investigadas.....	43

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
1.1	Objetivo.....	9
1.2	Delimitação da Pesquisa.....	9
1.3	Justificativa.....	9
1.4	Estrutura da Monografia.....	10
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1	Produção Enxuta.....	12
2.1.1	Princípios da Produção Enxuta.....	14
2.1.2	Implantação da Produção Enxuta.....	17
2.2	Construção Enxuta.....	19
2.2.1	Implantação da Construção Enxuta.....	22
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA.....</b>	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASOS.....</b>	<b>30</b>
4.1	Estudo de Caso da Construtora A.....	30
4.1.1	Desperdícios.....	30
4.1.2	Gestão de Obras.....	31
4.1.3	Princípios Enxutos.....	32
4.2	Estudo de Caso da Construtora B.....	34
4.2.1	Desperdícios.....	35
4.2.2	Gestão de Obras.....	35
4.2.3	Princípios Enxutos.....	36
4.3	Análise Cruzada de Casos.....	38
4.4	Recomendações Gerais.....	43
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em virtude da crescente competição no mercado, as construtoras são estimuladas a rever seus métodos construtivos afim de melhorá-los em termos de produtividade, qualidade e eficiência (IBRAHIM; ROY; AHMED; IMTIAZ, 2010).

A necessidade de reestruturação nas práticas da construção civil tem sido alvo de estudos de vários pesquisadores por muitos anos. Essa busca por mudança não se refere necessariamente à adoção de novas ferramentas e tecnologias ou à aquisição de novas habilidades para operá-las (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

No setor industrial, as empresas, buscando vantagens competitivas, vêm se reestruturando em vista a melhorar seus produtos e serviços e a atender a demanda diferenciada de cada cliente, utilizando os princípios da filosofia da produção enxuta (Lean Production) (CARVALHO; DUARTE; MACHADO, 2011).

A estratégia da produção enxuta é baseada em melhoria nos processos da cadeia de suprimentos, por meio da redução de desperdícios, ou seja, de atividades que não agregam valor ao produto final, que abrangem todo o ciclo de vida do produto, desde seu projeto até a entrega ao cliente (CARVALHO; DUARTE; MACHADO, 2011).

A transposição dos princípios da produção enxuta para a construção civil começou com estudos acadêmicos usando métodos de tentativa e erro, adaptando os conceitos enxutos às necessidades e peculiaridades do setor da construção (BULHÕES; PICCHI, 2011). O método de construção enxuta (Lean Construction) adota os princípios enxutos afim de criar novas maneiras de gerenciar projetos de construção (AL-AOMAR, 2012).

A Construção Enxuta pode ser definida como um processo contínuo de eliminação de desperdícios, atendendo aos requisitos dos consumidores, com foco no fluxo de valores do produto final, procurando a perfeição na execução de um projeto construído (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

Em razão da singularidade da natureza de produção, o setor da construção civil possui diversos obstáculos como a baixa produtividade, a falta de qualidade e a segurança e condições de trabalho escassas. Tendo em consideração esses problemas, os princípios da construção enxuta têm sido bem aceitos como componente de melhores práticas construtivas (PHENG; FANG, 2005).

Diante da importância da qualidade e da inovação dos processos construtivos e dos conceitos de gestão na construção oriundos da produção enxuta, tem-se idealizada a questão de pesquisa deste trabalho: Como os princípios enxutos podem ser implantados na indústria da construção civil? Quais são os retornos obtidos pelas empresas que os aplicam?

### **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é verificar e analisar a adoção de práticas de produção enxuta em empresas de construção civil do Estado de São Paulo, identificando boas práticas e dificuldades, de maneira a se formular recomendações para obtenção de resultados positivos aplicando os conceitos enxutos.

### **1.2 Delimitação da Pesquisa**

Esta pesquisa se restringe ao estudo das práticas de Construção Enxuta em construtoras do Estado de São Paulo que já tenham iniciado a implantação dos princípios enxutos em suas gestões. Desse modo, possibilita-se a análise do emprego dos conceitos da construção enxuta, verificando a existência de benefícios e obstáculos dentro das empresas.

### **1.3 Justificativa**

A presente pesquisa se justifica, inicialmente, em razão da importância dos princípios enxutos para garantir maior eficiência nos processos construtivos (AL-SUDAIRI, 2007).

O setor da construção civil ocupa um importante papel no cenário econômico do Brasil, sendo responsável por uma parcela de 8% do PIB nacional e por 42% da Formação Bruta de Capital Fixo (FIESP, 2012), empregando em torno de 2.500.000 trabalhadores (IBGE – Pesquisa Anual da Indústria da Construção, 2010). As atividades na indústria da construção civil vêm sendo impulsionadas por diversos fatores que levam a um crescimento nos investimentos do setor tais como o aumento na oferta de crédito imobiliário, o maior incentivo pelo BNDES, o

crescimento da renda familiar e do emprego (IBGE – Pesquisa Anual da Indústria da Construção, 2010).

Apesar de sua importância na economia do país, o setor da construção civil, apresenta dificuldades que afetam sua produtividade, tais como seu caráter não homogêneo, seu ciclo de produção relativamente longo, a divisão de responsabilidades devido ao processo de subcontratação, além de possuir mão de obra não qualificada, adiamentos nos prazos de entrega, baixa qualidade e não conformidade do produto final (FREJ; ALENCAR, 2010). Outra problemática que se verifica sendo diretamente proporcional ao crescimento e desenvolvimento da sociedade é a geração de resíduos, que implica não apenas na destinação adequada dos mesmos, mas também em ações que reduzam sua produção (TESSARO; SÁ; SCREMIN, 2012).

Por meio das técnicas da construção enxuta, a indústria da construção civil é capaz de minorar os erros, diminuir custos e prazos, aumentar a qualidade, melhorar o planejamento das etapas de construção, gerenciamento de estoque, mão de obra e equipamentos (MELLO; AMORIM, 2009).

Portanto, com o crescimento nos investimentos na construção civil, a ausência de soluções para as dificuldades encontradas no setor e a importância da implantação de conceitos da construção enxuta, justifica-se a necessidade de se estudar o assunto selecionado para esta monografia.

#### **1.4 Estrutura da Monografia**

A presente monografia está segmentada em cinco seções de modo a organizar a apresentação do trabalho e do tema abordado.

A seção 1 compreende a introdução do assunto a ser tratado e a maneira como será abordado. Nesta seção será apresentado um resumo do tema, envolvendo o objetivo, a delimitação da pesquisa, a justificativa e a estrutura deste trabalho.

A seção 2 tem a finalidade de englobar os conceitos necessários para a compreensão e realização da pesquisa. No referencial teórico serão apresentados conceitos referentes à Produção Enxuta (Lean Production) e à Construção Enxuta (Lean Construction).

A seção 3 descreve o método de pesquisa empregado na confecção deste trabalho, ou seja, o tipo de pesquisa realizada, os critérios para a escolha das

construtoras envolvidas, os instrumentos de coleta de dados e a maneira com que a análise de dados foi conduzida.

A seção 4 caracteriza as construtoras investigadas e apresenta os dados colhidos. Ainda no estudo de casos, relacionam-se os resultados das empresas com os previstos na teoria, orientando as empresas com recomendações, de modo a aprimorarem a aplicação das práticas enxutas.

A seção 5 apresenta as conclusões obtidas com a elaboração desta pesquisa, apontando possíveis contribuições sobre o tema abordado, limitações encontradas e considerações finais.

Enfim, exibem-se as referências bibliográficas utilizadas nesta monografia e o apêndice contendo o questionário aplicado no estudo de casos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção apresenta os conceitos sobre a Produção Enxuta e a Construção Enxuta, fornecendo base teórica para a realização dos estudos de casos e suas análises.

### **2.1 Produção Enxuta**

O objetivo deste subitem é caracterizar as práticas enxutas nas indústrias em geral, apresentando suas aplicações, funcionalidades, pontos positivos e negativos. O suporte teórico fornecido favorece a compreensão do método da produção enxuta, como também sua aplicação no setor da construção civil.

Um sistema enxuto é a forma superior de produção de bens manufaturados. A adoção de práticas de produção enxuta relaciona-se diretamente com a melhoria no desempenho da companhia (BHASIN; BURCHER, 2006).

O conceito da produção enxuta é definido como um sistema sócio-técnico integrado, cujo objetivo principal consiste em gerar melhorias a um processo produtivo eliminando desperdícios e aumentando sua eficiência (HASLE; BOJESSEN; JENSEN; BRAMMING, 2012). A meta da produção enxuta é utilizar menos esforços humanos, menos estoque, menos tempo de entrega do produto e menos espaço, de forma a aumentar a capacidade de resposta à demanda do cliente e, ao mesmo tempo, possuir uma produção de qualidade de maneira mais eficiente e econômica (CHAUHAN; SINGH, 2012).

O sistema enxuto é um conjunto de três elementos fundamentais: os fundamentos filosóficos, relacionados aos objetivos gerais ou princípios orientadores; a cultura empresarial e as ferramentas técnicas, ligadas às práticas e processos de gerenciamento (BHASIN; BURCHER, 2006; BOYLE; SCHERRER-RATHJE; STUART, 2011).

A filosofia enxuta considera a interrelação das práticas e técnicas de modo a melhorar os níveis globais da qualidade, produtividade, integração e redução de perdas na manufatura, sobre as áreas funcionais e ao longo da cadeia de suprimentos da empresa (BOYLE; SCHERRER-RATHJE; STUART, 2011).

A perspectiva operacional enxuta consiste na aplicação das práticas de produção enxuta, porém ressalta-se que este método não consiste somente na

implantação de novas ferramentas no processo produtivo, mas também no foco no lado humano, encontrando um meio em que os funcionários e gestores colaborem com a implantação do sistema enxuto (HASLE; BOJESEN; JENSEN; BRAMMING, 2012).

Os três níveis da produção enxuta são sugeridos pela Figura 1.

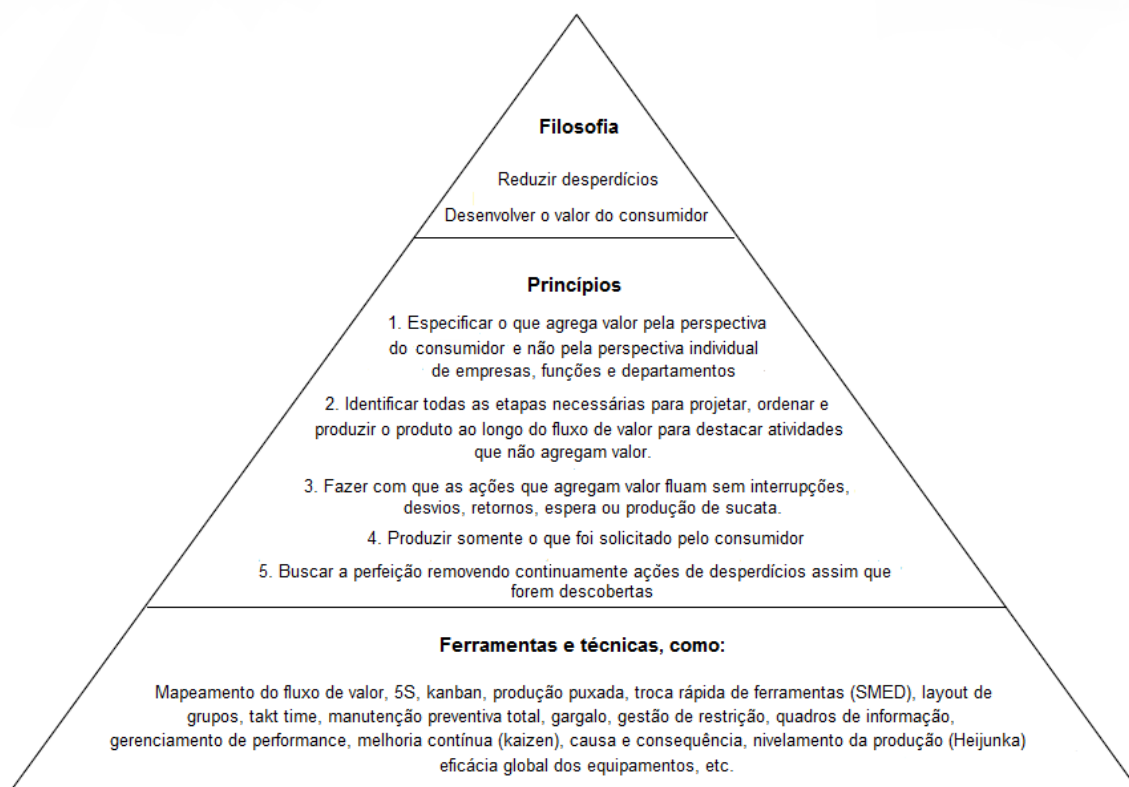


Figura 1: Três níveis da Produção Enxuta (ARLBJØRN; FREYTAG, 2013)

No topo da pirâmide da Figura 1 se encontra a filosofia, que expressa os principais objetivos da produção enxuta; o nível intermediário consta dos cinco macroprincípios enxutos, que devem ser seguidos pelas empresas de aprendizagem no método; na base estão mencionadas as principais ferramentas aplicadas dentro do contexto da produção enxuta.

Uma combinação correta da filosofia de longo prazo, processos, pessoas e solução de problemas é a chave para alcançar o nível de uma empresa de aprendizagem enxuta (BHASIN; BURCHER, 2006).

### 2.1.1 PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

A Produção Enxuta contém elementos característicos como o gerenciamento da produção a partir da demanda do cliente, abordando o devido foco nos processos produtivos, assim como o fluxo de processos mais adequado; a adoção das preferências do cliente para especificar as atividades que agregam valor ao produto e; a aplicação de um sistema que estime a redução dos desperdícios (JØRGENSEN; EMMITT, 2008).

Desperdício no pensamento enxuto consiste em qualquer operação que consuma recursos, mas que não gera valor ao produto final. De forma a aumentar o valor agregado do trabalho, uma empresa enxuta deve combater sete tipos de desperdícios (CHAUHAN; SINGH, 2012; STERNBERG *et al.*, 2013):

- Excesso de produção: produzir o que não foi encomendado, gerando desperdícios como excesso de pessoal, armazenamento e custos no transporte por excesso do estoque;
- Deslocamento desnecessário (dos operários, do material, ou das máquinas): qualquer ação de movimento dentro de uma organização gera desperdícios, consequência de uma má disposição e localização dos materiais e de equipamentos ineficazes;
- Tempo de espera (dos operários, do material, ou das máquinas): perda devido à dependência no cumprimento de outras tarefas, atrasos no recebimento de informações, equipamentos inativos;
- Transporte: perda na movimentação de materiais ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos;
- Processamento em si: desperdícios encontrados no próprio processo de produção, em atitudes desnecessárias para o processo das peças, no fornecimento de produtos de qualidade superior à necessária, no processamento ineficaz em razão de ferramentas simples;
- Estoque disponível: perdas em relação ao excesso de matéria prima, de material em processamento ou de produto final, causando atraso nos prazos e aumento nos custos de transporte e armazenamento, além disso, o estoque oculta problemas de desequilíbrio de produção, defeitos, inatividade de maquinário e atraso nas entregas;

- Defeitos: produção de peças defeituosas ou de produtos que necessitem de reparo gera desperdício, uma vez que, correções, substituição de um lote de produção e inspeções geram perdas de tempo, esforços e custos desnecessários.

De modo a combater os sete tipos de desperdícios citados anteriormente, a produção enxuta conta com os seguintes cinco macroprincípios e catorze princípios gerais abordados.

Os cinco princípios chaves da organização enxuta são os seguintes (CORBERT, 2011; FOUND, HARRISON, 2012):

- A identificação do desperdício: especificar que atividades não agregam valor ao produto do ponto de vista do consumidor;
- A determinação do fluxo de valor: identificar todas as etapas necessárias para projetar, ordenar e produzir o produto por meio de todo o fluxo de valor, a fim de destacar as atividades que não agregam valor;
- Atingir o fluxo contínuo do processo: executar as ações que criam valor ao produto de modo a fluírem sem interrupções, desvios, retornos e espera;
- Produzir apenas o necessário: fazer somente o que foi solicitado pelo consumidor;
- A busca contínua da perfeição: empenhar-se para a perfeição, eliminando continuamente atividades de desperdício assim que são detectadas.

Os catorze princípios da produção enxuta são (ARNHEITER; GREENLAND, 2008):

- Basear as decisões de gerenciamento em uma filosofia a longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo;
- Criar um fluxo de processo contínuo, de modo a identificar problemas;
- Usar sistemas “puxados” para evitar a superprodução;
- Nivelar a carga de trabalho (heijunka);
- Construir uma cultura de parar e resolver problemas, para garantir alta qualidade na primeira tentativa;
- Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e para a capacitação dos funcionários;
- Usar controle visual de forma que nenhum problema fique oculto;

- Utilizar apenas tecnologias plenamente testadas e confiáveis que atendam os funcionários e processos;
- Criar líderes que tenham total conhecimento do trabalho, vivam a filosofia e a ensine aos outros;
- Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa;
- Respeitar a rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar;
- Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (genchi genbutsu);
- Tomar decisões cautelosamente por consenso, considerando totalmente todas as opções; implementá-las rapidamente;
- Tornar-se uma organização de aprendizagem por meio de incansáveis reflexões (hansei) e da melhoria contínua (kaizen).

Atingir o nível de produção enxuta é um processo que exige técnicas de melhoria contínua para otimizar a produção. Para isso, as empresas podem empregar diferentes ferramentas e princípios enxutos para reduzir as perdas em suas atividades (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013).

Contudo, aplicar algumas ferramentas isoladas não gera sucesso na implantação da produção enxuta em uma empresa, é preciso praticar a maior parte, senão todas, das seguintes técnicas (BHASIN; BURCHER, 2006):

- Melhoria contínua (kaizen): a busca contínua por melhoras na qualidade, custos, entrega e projeto;
- Manufatura celular: agrupar todas as instalações necessárias para fazer um produto, próximas uma das outras de modo a reduzir o transporte e os tempos de espera e processo;
- Kanban: gestão de estoques;
- Operação de um fluxo único de peças: resulta em um produto completo por vez, atravessando as operações de projeto, demanda e produção, sem interrupções, retornos e geração de sucata;
- Mapeamento do processo: um mapeamento detalhado do processo de atendimento da demanda;

- Troca rápida de ferramentas (SMED): a eliminação de atrasos pela troca de equipamentos, de maneira a reduzir o tempo de processo e a aprimorar o fluxo de produção;
- Mudança no processo: a necessidade de realizar melhoras radicais em uma atividade para eliminar as perdas;
- Desenvolvimento de fornecedores: desenvolver as ligações com fornecedores e trabalhar de perto com eles para benefício mútuo;
- Redução da base de fornecedores: tentar reduzir o número de fornecedores envolvidos com a companhia;
- 5S (senso de utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina) e gerenciamento visual geral: reduzir a desordem e ineficiência da produção e do ambiente de escritório;
- Manutenção produtiva total (TPM): melhorar a confiabilidade e capacidade das máquinas por meio de regimes de manutenção;
- Valor e os sete desperdícios: a noção de valor é essencial assim como a capacidade de servir ao cliente no momento certo a um preço adequado.

As ideias fundamentais da produção enxuta são aplicáveis em qualquer setor por qualquer pessoa que possua o total conhecimento da filosofia, princípios e implantação do método (HOLWEG, 2007).

### 2.1.2 IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA

A adoção da produção enxuta gera uma vantagem estratégica, com a decorrente melhoria do posicionamento competitivo de mercado (BHASIN; BURCHER, 2006).

A produção enxuta não é a solução para problemas imediatos e seus efeitos só podem ser observados a longo prazo (CHAUHAN; SINGH, 2012). Cada empresa deve determinar seu modelo para a implantação do sistema enxuto. Não existe um método que pode ser aplicado a todas as organizações (BHASIN, 2012).

Organizações com um clima de inovação estão mais abertas a novas ideias, menos resistentes à mudança e portanto, mais prováveis a apoiar a abertura, a transparência de informações, a integração funcional que é necessária para o

sucesso da implantação da produção enxuta (BOYLE; SCHERRER-RATHJE; STUART, 2011).

Para ser enxuta, a empresa é examinada em seu todo, incluindo como as ordens são processadas, a forma com que os materiais são adquiridos e a maneira como a manufatura é executada (BHASIN; BURCHER, 2006).

A implantação não é um processo de fácil domínio. Os componentes vitais para o sucesso do sistema são equipamentos e maquinário confiáveis e consistentes, além de gerenciamento e comunicação na empresa. A manufatura ideal deve ser organizada para que as atividades fluam de forma contínua. Os fornecedores devem ser frequentemente contatados, assim como o setor de produção deve sempre estar em contato com os gestores, uma vez que uma relação aberta melhora a prática do negócio e elimina perdas na espera pelas partes. A comunicação não deve ser negligenciada ao planejar a aplicação da produção enxuta na companhia (JAPAN'S smooth operators, 2007).

De uma forma geral, o compromisso enxuto é captado pela alocação de um engenheiro industrial para a mudança, treinamento do pessoal, garantia de um número suficiente de funcionários disponíveis para as atividades de melhoria da produção enxuta, atribuição de tempo para aprendizado e experimentos dos novos processos, oferecer os investimentos necessários e, fornecer apoio de gerenciamento de supervisão (BOYLE; SCHERRER-RATHJE; STUART, 2011). A implantação da produção enxuta deve ser feita de forma sequencial, iniciando com uma adoção parcial dos princípios nas atividades mais importantes da organização e progredindo até uma completa adoção (FUENTES; DÍAZ, 2012).

Contudo, antes do sistema ser aplicado na empresa, devem ser realizadas as seguintes propostas: eliminar possíveis barreiras na implementação geral; aperfeiçoar a integração; recompensar o nível de comprometimento dos funcionários; estender a mudança de gestão ao longo de toda organização e; alterar a cultura da companhia (FUENTES; DÍAZ, 2012).

Nos primeiros estágios da transformação enxuta, deve ser apontado dentro da política da empresa que o sistema não é apenas um agregado de ferramentas e práticas, mas que sua essência são as pessoas. As pessoas cujo conhecimento, inteligência e desejo de melhorar conduzem a organização a alcançar novos níveis de melhoria contínua (BHASIN, 2012).

De modo a induzir uma mudança na companhia, é necessária uma mudança de comportamento. A empresa deve incorporar a cultura enxuta, que consiste na assimilação de alguns elementos: garantir que as decisões sejam tomadas no nível mais baixo; uma evidente visão compartilhada entre todos os empregados; um estilo de liderança participativa com uma maior colaboração de todos; o estímulo pela busca contínua pela perfeição; o trabalho em grupo com total envolvimento e comprometimento do pessoal; a comunicação apropriada sobre a performance e metas gerais; a satisfação pessoal e profissional dos funcionários; colaboração entre os trabalhadores qualificados e a gerência; a divisão dos ganhos com a força de trabalho; a não existência de barreiras entre as funções (BHASIN, 2013).

A implantação da produção enxuta marca uma mudança cultural dentro de qualquer organização e está sujeita a desafios quando associada à resistência à mudança, à falta de habilidades necessárias, recrutamento inadequado (BOYLE; SCHERRER-RATHJE; STUART, 2011).

A mudança de comportamento dentro da empresa acarretará em uma desejada mudança nas atitudes e valores. Dessa forma, essa modificação organizacional só ocorrerá se primeiro as pessoas alterarem suas atitudes e valores, o que leva tempo e não é um simples processo. Uma aplicação efetiva da produção enxuta necessita modificar a forma de como o trabalho é realizado por meio dos sistemas, operações e procedimentos da organização, o que são inerentes à sua cultura (BHASIN, 2013).

Uma metodologia de implantação eficaz, uma clara compreensão da performance do sistema, e sua mensuração são razões determinantes no sucesso da aplicação das práticas enxutas (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013).

## **2.2 Construção Enxuta**

Este subitem apresenta a aplicação do método de produção enxuta na construção civil, apontando sua implantação, os benefícios trazidos para o setor e as dificuldades na adaptação das práticas enxutas. A base teórica deste subitem colabora com a compreensão do assunto e com a realização das análises dos estudos de casos.

A definição da construção enxuta é uma adaptação da teoria da produção enxuta e vêm estimulando as empresas do setor da construção à 'industrializar' seus processos construtivos (PHENG; FANG, 2005).

A construção é uma indústria baseada em projetos e com características ímpares. O sucesso de um projeto de construção se baseia em três critérios: qualidade, tempo e custo, ou seja, atingir o nível máximo de qualidade em uma obra com o menor tempo de trabalho e o mínimo custo possível, o que resume a meta da construção enxuta (AL-AOMAR, 2012).

No contexto da construção enxuta, o desperdício refere-se a todos os recursos utilizados em atividades que não agregam valor para atender as necessidades do cliente. As perdas na construção incluem a superprodução, estoque desnecessário, múltiplo manuseio de materiais, atrasos e esperas, movimento desnecessário de pessoas e equipamentos, superprocessamento e o retrabalho (SONG; LIANG, 2011).

Para Jørgensen (2008) existem três modelos que representam a adoção das práticas enxutas na construção, sendo elas: o modelo enxuto para eliminação de perdas; o sistema de parcerias, garantindo confiança, respeito e acordos entre profissionais e; a estruturação do contexto em que a construção enxuta será aplicada.

A construção enxuta possui uma abordagem diferente na gestão dos processos construtivos. Enquanto a gestão tradicional possui uma ampla variedade de técnicas e ferramentas, para implantar o sistema enxuto nas construções, essas práticas devem ser revistas e atualizadas de forma a se enquadrarem nos padrões enxutos (SONG; LIANG, 2011).

O projeto da construção enxuta é baseado no Sistema de Entrega de Projetos Lean, detalhado na Figura 2.

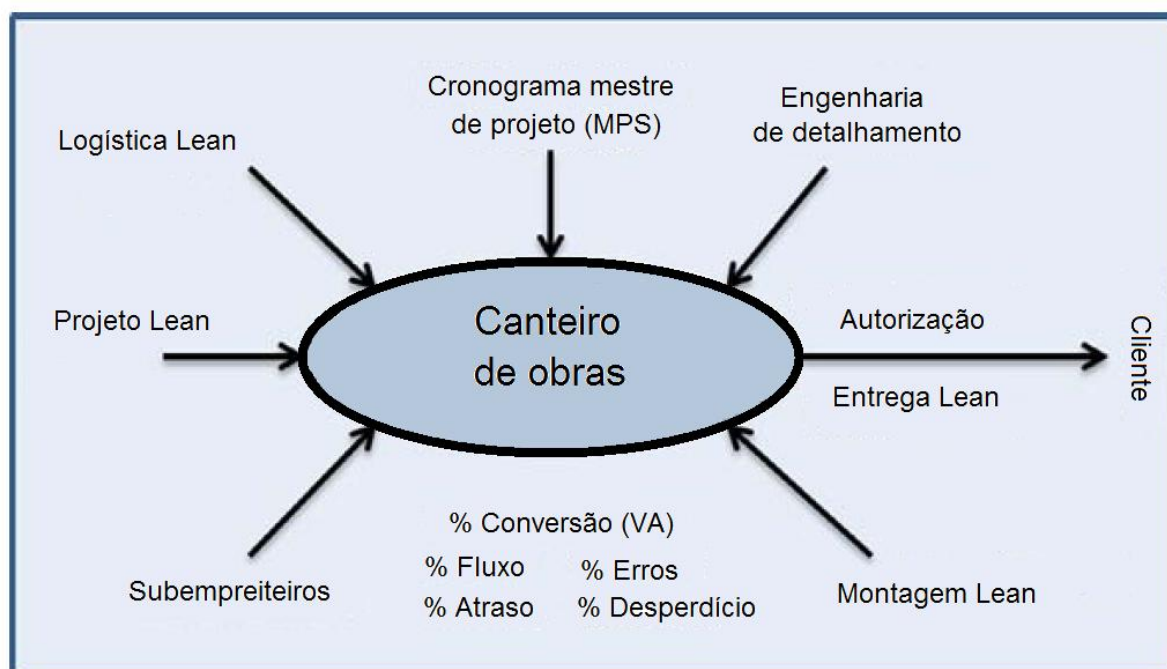


Figura 2: Processo da Construção Enxuta (AL-AOMAR, 2012)

Os principais módulos no Sistema de Entrega de Projetos Lean incluem o projeto, a engenharia, a montagem, a logística e, o sistema de entrega lean, como pode ser observado na Figura 2. Esses módulos, juntamente com a mão de obra, interagem no canteiro de obras formando o ambiente da construção enxuta, orientada pela definição lean que está relacionada ao valor agregado (VA) ao produto final, ao cronograma mestre de projetos e às estimativas de custo e de perdas (AL-AOMAR, 2012).

De acordo com Jørgensen (2009), os conceitos que caracterizam a construção enxuta são os seguintes:

- A aplicação de uma perspectiva de sistema para aumentar o valor e eliminar desperdícios e suas fontes no projeto de construção;
- A adoção da preferência do cliente como referência para a determinação do que será considerado como valor para a produção;
- A abordagem do projeto e da gestão da construção com foco nos processos e em seus fluxos;
- A compreensão do projeto e dos processos de construção de uma perspectiva de três conceituações simultâneas: transformação, fluxo e geração de valor;
- A gestão do projeto e das atividades de construção com base na produção puxada, na medida em que esta for aplicável.

Mahrani (2012) especifica os princípios da construção enxuta que devem ser considerados como objetivos para as construtoras enxutas:

- A satisfação do cliente final;
- O benefício do cliente com o menor custo otimizado;
- A eliminação de desperdícios e ineficiência;
- O envolvimento de fornecedores para alcançar a integração e a capacidade de construção;
- Um único ponto de contato para uma gestão mais eficaz e uma maior clareza das responsabilidades;
- O estabelecimento de desempenho atual e das conquistas de melhoria por meio de medição.

### 2.2.1 IMPLANTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

As obras de construção civil possuem problemas que justificam a aplicação da construção enxuta em seu sistema construtivo, tais como a falta de programação e de determinação da sequência de execução de tarefas, alta quantidade de estoque, atraso na entrega dos projetos, etc. (BULHÕES; PICCHI, 2011).

Para a implantação da construção enxuta, inúmeras implicações devem ser consideradas. Primeiramente, todas as partes envolvidas no projeto de construção devem estar cientes da aplicação enxuta, incluindo a mão de obra e os empreiteiros, de forma a criar uma cultura de combate de quaisquer perdas no processo construtivo incluindo erros de inspeção, transporte, espera e movimento. A variabilidade na performance do serviço, devido a irregularidades na mão de obra, equipamentos, informações e logística, deve ser uniformizada de modo a alcançar um fluxo de trabalho constante e sem interrupções. A entrega dos materiais de construção deve ser feita por meio do 'Just in time' de forma a manter um fluxo contínuo de trabalho (AL-AOMAR, 2012).

Durante a fase do projeto de planejamento a médio prazo, algumas práticas devem ser destacadas para o sucesso da construção enxuta (AL-AOMAR, 2012):

- Dividir os pacotes de trabalho em tarefas menores, trazendo uma diminuição de variabilidade e de trabalho simultâneo, reduzindo o tempo de ciclo da atividade;

- Configurar a disposição do local de trabalho para alcançar o fluxo de trabalho contínuo e, utilizando a técnica dos 5S, mantê-lo limpo e organizado diariamente;
- Reduzir a alteração de uma tarefa para outra (aplicando a técnica SMED), e evitar falhas de equipamentos, (aplicando a ferramenta Total Manutenção Preventiva);
- Equilibrar os recursos de trabalho com base no fluxo de serviço, trabalhar com equipes menores e, ajustar as relações e lógica das tarefas de trabalho em conformidade;
- Providenciar a disponibilidade de recursos (materiais, equipamentos, mão de obra, etc.) para todas as atividades, reduzir o uso da logística interna, remover obstáculos e implementar as multitarefas. Ou seja, estar totalmente preparado antes do início de cada atividade (sem atrasos, falhas, ou erros);
- Utilizar reservas (seja de custo, tempo, capacidade, espaço, etc.) para absorver variabilidade do fluxo de trabalho. Sem as reservas, o tempo de tarefa é estimado em seu máximo e com as reservas, é estimado em sua média, resultando em menos tempo para completar todas as atividades dentro do cronograma;
- Puxar ou liberar as atividades de um trabalhador para outro quando necessário e quando todos os recursos estão prontos, as tarefas antecedentes estão concluídas, e tarefas simultâneas estão sincronizadas;
- Prosseguir com o projeto até que esteja concluído e entregue ao cliente. Verificar a qualidade geral, cronograma e desempenho de custo e documentar as melhores práticas e lições assimiladas.

A implantação dos princípios e ferramentas da produção enxuta no setor da construção deve ser feita de forma a englobar os diferentes tópicos com a construção enxuta, como a cadeia de suprimentos, planejamento e controle, gestão da produção, segurança, cultura e aspectos humanos. A aplicação fragmentada, focando em alguns princípios e técnicas, compromete o sucesso da construção enxuta (PAVEZ; GONZÁLEZ; ALARCÓN, 2010).

A mentalidade enxuta é uma novidade para vários empreiteiros e a adoção da construção enxuta requer uma mudança de pensamento em relação às práticas

atuais. Portanto, para essa mudança de mentalidade, é necessário foco e treinamento sobre a construção enxuta, desenvolvendo as técnicas específicas e apresentando os princípios enxutos e seus benefícios (SONG; LIANG, 2011).

Para a obtenção do fluxo contínuo na construção civil é essencial que haja a eliminação ou redução de estoques, uma velocidade de produção para que os produtos sejam entregues no tempo solicitado aos clientes e, uma estabilidade e disponibilidade constante em relação à mão de obra, materiais, máquinas e métodos (BULHÕES; PICCHI, 2011).

Existem diversas ideias chave da construção enxuta que podem ser implementadas às empresas do setor. Essas ideias incluem Just-In-Time (JIT), Gestão Total da Qualidade (TQM), Reengenharia de Processos (BPR), Engenharia Simultânea (CE), Sistema Last Planner (LPS), Trabalho em equipe e Gestão Baseada no Valor (VBM) e, OHSAS 18001 (MARHANI, 2012).

No Quadro 1, estão especificadas cada uma das ideias citadas anteriormente.

Quadro 1 – Ideias Chave da Construção Enxuta (MARHANI, 2012)

Ideias Chave	Fatores Essenciais
Just-In-Time (JIT)	<p>Três métodos ligados com JIT: otimização dos estoques de acordo com histórico de pedidos (Kanban), nivelamento e diminuição do número de atividades construtivas.</p> <p>Relacionado ao conceito de desperdício.</p> <p>Melhoria contínua de procedimentos, equipamentos e processos de maneira a eliminar o desperdício.</p>
Gestão Total da Qualidade (TQM)	<p>Incentiva organizações em todo o foco na qualidade, com mentalidade e ações sobre a gestão integrada.</p> <p>A função da organização é fazer um esforço contínuo para a melhoria da qualidade de bens e serviços.</p> <p>Organizações eficazes necessitam de uma compreensão exata da expectativa do cliente.</p>
Reengenharia de Processos (BPR)	<p>Melhorias através de ganho rápido e substancial na performance da organização, iniciando do zero o projeto ou redesenhando o desenvolvimento de negócios da fundação.</p> <p>Processo de negócio envolvendo qualquer atividade que é fundamental para a rápida entrega do produto aos clientes, ou que promova a alta qualidade e o baixo custo.</p>
Engenharia Simultânea (CE)	<p>Lida principalmente com a base de projeto do produto, incorporando as restrições de fases subsequentes para a fase conceitual e apertando o controle de mudança no final do processo de concepção.</p>
Sistema Last Planner (LPS)	<p>Atingir objetivos lean de redução de desperdícios aumentando a produtividade e, diminuir a imprevisibilidade, principalmente ao longo de um processo social, tentando fazer um planejamento e aumentando a confiança e o comprometimento dos membros da equipe.</p> <p>Na construção, o LPS é um método que produz fluxo de trabalho e lida com a variabilidade de projetos.</p>
Trabalho em Equipe	<p>Trabalho em equipe é definido por grupos de pessoas que foram comprometidas com um propósito comum para se manterem mutuamente responsáveis por sua realização, no qual se desenvolve uma identidade diferente e se trabalha junto de forma coordenada e solitária.</p>
Gestão Baseada no Valor (VBM)	<p>A abordagem da gestão baseada no valor indica que o valor definido pelo cliente é denominado de valor do produto, enquanto o valor para os trabalhadores é considerado como valor do processo.</p>
OHSAS 18001	<p>Medidas tomadas para melhorar os recursos existentes, ou a consistência da sua aplicação e eliminação na frequência dos incidentes indesejáveis.</p>

As ideias chave apresentadas anteriormente possuem conceitos interconectados e sua compreensão pode melhorar a performance do trabalho enquanto minimizam as perdas na construção (MARHANI, 2012).

Embora o projeto de construção seja executado com estrutura organizacional e com a participação do cliente, a integração de projetos de construção e a relação valor/perda podem ser tratadas de forma ineficiente quando feita em isolamento entre as partes envolvidas (JØRGENSEN; EMMITT, 2009). A Figura 3 apresenta uma estrutura de integração entre o cliente e a equipe de projetos.

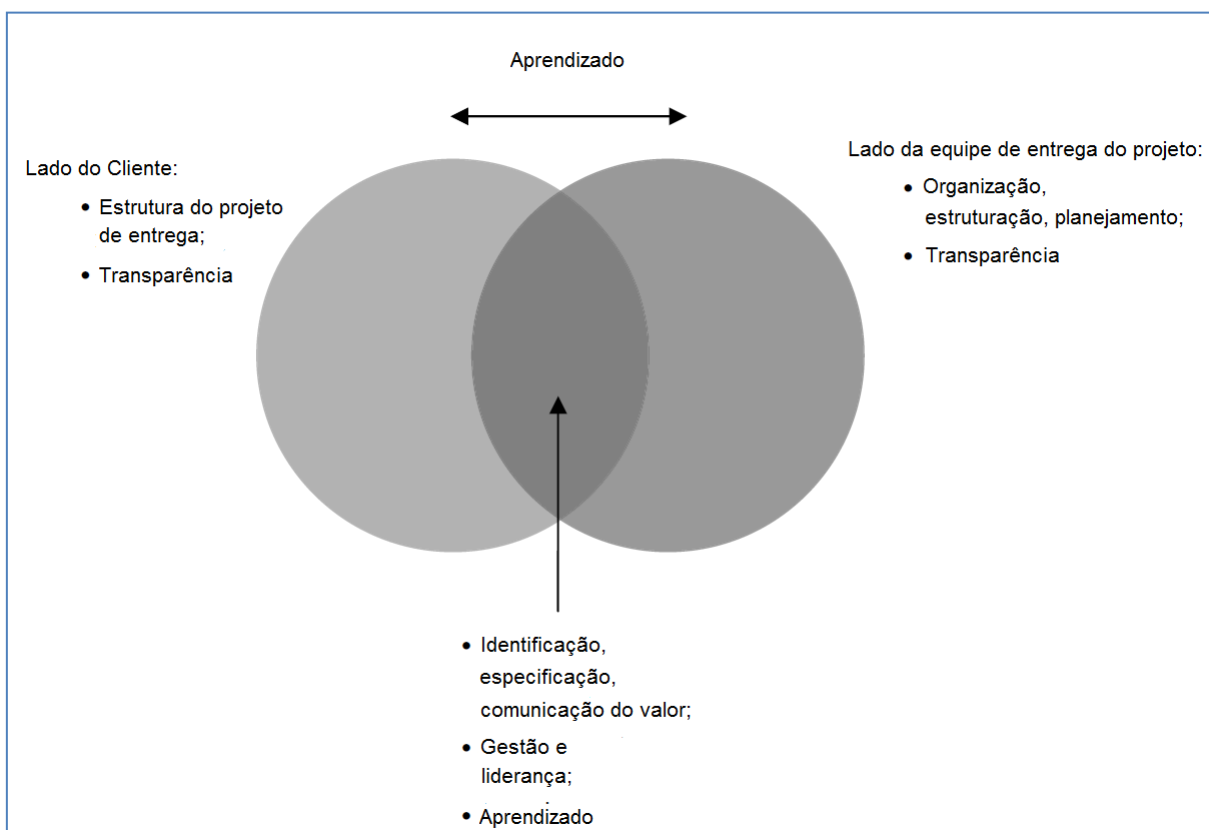


Figura 3: Integração dos Projetos de Construção (AL-AOMAR, 2012)

Conforme a Figura 3, se faz necessário estabelecer a estrutura de entrega do projeto, incluindo incentivos, acordos e recursos, além de contar com a organização, estruturação e planejamento dos processos de entrega. A habilidade de identificar, especificar e comunicar a compreensão do valor e das necessidades definidas pelo cliente é essencial e deve ser feita de forma transparente. Por meio da gestão, liderança e aprendizado, devem-se estimular os interessados sempre a acompanharem o desenvolvimento do projeto, fazendo com que isso apoie a equipe

em aprendizado enxuto e favoreça a troca de conhecimentos entre os envolvidos (JØRGENSEN; EMMITT, 2009).

Unindo a motivação dos funcionários, a necessidade de melhorias na capacitação do pessoal, de perspectivas e metas, melhorias mecânicas e operacionais, à aplicação das ferramentas enxutas, a empresa será capaz de ter sucesso na implantação da construção enxuta (AZIZ; HAFEZ, 2013).

Marhani (2012) conclui que a melhor forma de se aplicar a construção enxuta é havendo uma sinergia entre a pré-construção e a construção propriamente dita. Ambos os estágios são de grande importância com relação à determinação de material, equipamento e mão de obra durante a pré-construção; e na eliminação de desperdícios na fase da construção .

Por fim, o maior benefício da produção enxuta no setor da construção civil é a redução do custo total da construção por meio do uso preciso de materiais e da diminuição do desperdício e, possuindo um planejamento estratégico adequado, o período da obra é reduzido (MARHANI, 2012).

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

A realização deste trabalho ocorreu por meio de uma pesquisa de caráter qualitativo utilizando o método de estudos de casos múltiplos.

A pesquisa qualitativa desenvolve-se a partir de diferentes métodos, afim de focar nos significados e na interpretação dos fenômenos e processos sociais no contexto particular em que ocorrem (JUPP, 2006).

Uma das formas de se realizar uma pesquisa qualitativa ocorre por meio dos estudos de casos múltiplos que, segundo Yin (2010) é a estratégia mais adequada para questões do tipo “como” e “por que”.

Neste trabalho, foram efetuados dois estudos de casos para que, a partir de distintas fontes de evidências, a confiabilidade e viabilidade da pesquisa fossem asseguradas (MIGUEL, 2007).

Yin (2010) sugere que a coleta de dados para os estudos de casos seja feita por meio de análise de documentos, entrevistas, observações *in loco*, além de outras fontes de evidências. A aplicação de vários métodos de coleta de dados implica no aumento da qualidade da pesquisa.

Para uma interpretação substancial do tema estudado, foram utilizados, simultaneamente, os instrumentos de coleta de dados citados anteriormente, realizando as devidas triangulações entre as informações obtidas.

A entrevista realizada com gestores das construtoras analisadas procura informações relativas aos desperdícios das empresas, à gestão de obras e aos princípios enxutos conhecidos e aplicados pelas construtoras.

O método da entrevista para colher evidências é de grande importância em um estudo de caso por se tratar de questões humanas. Quando devidamente registrada e interpretada, apresenta informações que servem de atalhos para a identificação de outras fontes de evidências (YIN, 2010).

A análise de documentos nos estudos de caso tem como intuito corroborar e valorizar as evidências provenientes de outras fontes e consiste no estudo da documentação referente à pesquisa (YIN, 2010).

Durante a visita *in loco*, é possível fazer observações diretas, encontrando comportamentos ou condições ambientais relevantes. As observações podem ser realizadas durante a coleta de dados por outras fontes de evidências, trazendo maiores informações sobre o caso estudado (YIN, 2010).

As empresas a serem pesquisadas serão selecionadas de acordo com os seguintes critérios: ser uma empresa de construção civil, possuir planta no Estado de São Paulo, possuir um sistema de gestão que inclua os princípios enxutos, ter disposição para participar da pesquisa e autorizar a aplicação dos instrumentos de coleta de dados.

Foi realizada uma análise cruzada dos dados obtidos nos estudos de casos de forma a identificar boas práticas e dificuldades na aplicação da construção enxuta.

## **4 ESTUDO DE CASOS**

Esta seção apresenta os resultados e análises do estudo de casos referentes à pesquisa realizada com construtoras do Estado de São Paulo. Primeiramente, a seção abordará as empresas separadamente apresentando os resultados provenientes das coletas de informações realizadas. Então, será feita uma análise cruzada de dados, comparando a ideia enxuta constatada na teoria com a observada na prática, a fim de propor recomendações para melhor aplicação das práticas da produção enxuta na construção civil.

### **4.1 Estudo de Caso da Construtora A**

A construtora A foi fundada em 1980, quando realizou suas primeiras atividades no ramo da construção civil. Com o Vale do Paraíba como principal campo de atuação, a proposta da empresa é a execução de edifícios residenciais de baixo e médio padrão com bloco estrutural. O grupo de pequeno-médio porte possui sua própria produção de caixilhos de alumínio utilizados em seus empreendimentos e, conta também com um sistema de financiamento próprio, em que o cliente financia o imóvel diretamente com a construtora.

#### **4.1.1 DESPERDÍCIOS**

Os desperdícios apontados pela construtora A estão apresentados, juntamente com o modo com que a empresa combate as perdas.

A ociosidade de mão de obra é considerada um desperdício para a construtora e é minimizada pelo fato da empresa manter obras simultâneas em diferentes fases, criando uma logística em que as equipes estão constantemente atuando em diferentes obras, de acordo com a necessidade e fase de cada construção.

Em relação à ociosidade de máquinas e equipamentos, é empregada uma logística similar à da mão de obra, ou seja, o maquinário é transportado até uma obra para ser utilizado e, concluída sua ação, o equipamento é levado à outra obra para ser utilizado e assim sucessivamente.

Os materiais empregados nas obras são adquiridos pela central da empresa, que recebe o cronograma e as tarefas que serão realizadas em cada obra, para que

o material seja entregue nos canteiros no momento em que a tarefa será iniciada, não havendo estoque e não efetuando compras de excesso de matéria-prima. O transporte do material é feito pela própria construtora, evitando imprevistos com os fornecedores. A empresa busca minimizar a perda de matéria-prima. Obtendo desperdícios consideráveis com materiais que envolvem a mão de obra, como assentamento e revestimento de argamassa, porém a construtora obtém desperdícios quase nulos com outros materiais como blocos, concreto, materiais de hidráulica, elétrica e caixilhos de alumínio, entre outros.

A construtora A considera que a movimentação desnecessária de pessoas e de matéria-prima é um desperdício e, para combater tal perda é criado um projeto de canteiro, determinando a posição da infraestrutura. São utilizados contêineres móveis com banheiros, vestiários, refeitório e almoxarifados, para que possam ser realocados no canteiro durante a execução da obra. A matéria-prima, dentro da obra, é transportada pelo sistema de paletes, que são posicionados próximos ao local onde serão utilizados, evitando deslocamento desnecessário de matéria-prima e conseqüentemente de funcionários. Além disso, é importante ressaltar que qualquer tipo de transporte necessário, seja de material, mão de obra ou equipamentos, é realizado pela própria construtora.

Os defeitos ou erros durante a execução da obra também são considerados como perdas, uma vez que geram o retrabalho. Na construtora A, a área que mais apresenta defeitos é a mão de obra, em relação à qualidade da execução do serviço, entretanto com a padronização e treinamento dos funcionários os erros são minimizados.

#### 4.1.2 GESTÃO DE OBRAS

A gestão de obras da construtora A foi analisada utilizando-se o foco da construção enxuta. Dessa forma, têm-se os seguintes resultados apresentados.

Para a definição do cronograma de obra, a construtora A primeiramente tem que definir a dimensão do prédio a ser executado, optando entre seis ou oito apartamentos por pavimento. Por realizar empreendimentos similares, a tecnologia e os materiais empregados em todas as obras são os mesmos. Com isso, a empresa possui o controle e a determinação do tempo exato de execução de cada atividade.

Portanto, o cronograma se baseia em experiências passadas da empresa e também por métodos tradicionais como PERT/CPM.

Para manter o cumprimento do cronograma elaborado, a construtora oferece prêmios conforme a produtividade, ou seja, o pagamento do bônus é baseado de acordo com o rendimento da equipe. Além disso, a empresa faz um comparativo entre o tempo padrão de execução de uma tarefa e o tempo que a mão de obra gastou para a execução da mesma, a fim de elaborar um controle de desempenho da equipe, uma vez que a construtora não realiza a medição de desempenho dos trabalhadores.

Todo canteiro de obra da construtora A possui um projeto de circulação de materiais, equipamentos, mão de obra, estocagem, reciclagem, abastecimento, contêineres, garagem, entrada e saída de caminhões e estacionamento de máquinas e equipamentos. Dessa forma, a logística interna é eficiente, mantendo a obra limpa e organizada.

A construtora A possui a política de saúde e segurança no trabalho, dispondo de engenheiros e técnicos de segurança em suas obras, além de realizar a aplicação de todos os cursos médico ocupacionais aos trabalhadores.

Em relação a gestão da qualidade, a empresa não possui a certificação ISO9001 e nem uma equipe própria para a execução deste serviço, entretanto, a construtora trabalha com a padronização das atividades, da aferição da qualidade do serviço, da produtividade e do desperdício.

#### 4.1.3 PRINCÍPIOS ENXUTOS

Os princípios enxutos indicados na literatura e descritos neste trabalho foram analisados na construtora A, obtendo os seguintes resultados para cada um dos catorze princípios:

- A empresa A possui uma postura de decisões e adoções de novas técnicas com o caráter a longo prazo, realizando muitos estudos, pesquisas e análises antes da aplicação de novas tecnologias dentro do canteiro de obras.
- Para manter um fluxo contínuo, a construtora A sempre trabalha com obras simultâneas que estejam em fases diferentes, aplicando uma logística de mão de obra e equipamentos. A empresa possui equipes de mão de obra

especializadas em determinada tarefa, que são alocadas nas construções conforme a necessidade e, quando concluem sua atividade em certa obra, a equipe migra para outra obra para realizar a mesma tarefa e assim sucessivamente. A mesma logística aplicada para a mão de obra, também se aplica aos equipamentos e alguns materiais como fôrmas para a concretagem.

- A produção é puxada pelo cronograma obrigatório estipulado pelo departamento de planejamento e pela direção, organização e fiscalização dos funcionários.
- A carga de trabalho é primeiramente estipulada de acordo com a legislação (44 horas semanais), porém se a equipe de mão de obra conclui sua tarefa e não possui outra obra para ser imediatamente alocada, ou caso alguma adversidade climática impeça a equipe de realizar sua tarefa, a empresa dispensa os funcionários até que haja condições dos mesmos retomarem suas atividades.
- A empresa preza pela qualidade na primeira tentativa, contando com uma mão de obra experiente que tem conhecimento dos resultados que devem ser atingidos. Entretanto, a construtora não possui a cultura de parar a execução da obra para a resolução de um problema, de modo a não atrasar o cronograma. As soluções são tomadas durante o andamento da obra.
- As tarefas executadas pela mão de obra são padronizadas e, por experiência, a construtora tem conhecimento do tempo exato para a execução de cada atividade. Todas as etapas da obra são realizadas em equipe, chefiadas pelo encarregado de cada equipe, pelo encarregado da obra e pelo mestre de obra geral.
- Para a detecção de possíveis problemas, é realizado um acompanhamento diário da obra, onde os encarregados de cada setor da construção realizam vistorias a procura de defeitos.
- Os equipamentos empregados nas obras são de posse da construtora, regularmente são submetidos à manutenção preventiva, garantindo a confiança do maquinário e, para serem utilizados, os funcionários passam por um treinamento especializado.
- A construtora preza pelo desenvolvimento dos funcionários e o crescimento dos mesmos, vivendo os valores da empresa e se tornando futuros líderes.

- Para o desenvolvimento das equipes, todos recebem treinamento obrigatório quando admitidos pela construtora, e recebem cursos de programas ocupacionais a cada seis meses. Além disso, ocorrem rodízios entre os funcionários de uma equipe, mesclando operários com muita experiência com operários iniciantes, a fim de que haja uma troca de experiência e aprendizado entre a mão de obra.
- Os fornecedores da construtora A fazem parte de um sistema de parceria de fidelidade. Para a empresa firmar parceria com um fornecedor, primeiramente é feita uma análise da qualidade, aplicação e desempenho do material oferecido. O parceiro deve oferecer assistência técnica de seu produto além de oferecer treinamento à mão de obra para uso correto do material.
- Quando a empresa se depara com qualquer tipo de problema ou defeito, todos os envolvidos são reunidos no local para tomar conhecimento da situação.
- Para a resolução de um problema detectado, os responsáveis pelo setor em que ocorreu o defeito se reúnem com os encarregados da obra para analisarem a situação, proporem rapidamente uma solução e investigarem sua causa para que o erro não ocorra novamente, gerando um aprendizado dentro da equipe.
- A construtora A procura sempre por melhorias em relação à velocidade, economia, desperdícios e custos de produção.

#### **4.2 Estudo de Caso da Construtora B**

A construtora B fundada há 25 anos, possui grande experiência no mercado da construção civil. A principal área de atuação da empresa é em construções e montagens industriais, mas também atua nas áreas de empreendimentos imobiliários, comerciais, saúde, educação e centros de distribuição. A construtora, considerada de pequeno porte, tem a visão de ser reconhecida pela qualidade e pontualidade de seu produto final e pelo respeito com os compromissos assumidos com os clientes, colaboradores, parceiros e investidores.

#### 4.2.1 DESPERDÍCIOS

A posição da construtora B em relação aos desperdícios encontrados em suas obras segue apresentada.

A ociosidade de mão de obra é apontada como um grande desperdício dentro da empresa, assim como a ociosidade de equipamentos. Para combater o tempo sem trabalho, os funcionários são incentivados a trabalhar em alta velocidade e produtividade com o recebimento de um prêmio para os trabalhadores que atingirem a meta mensal.

A construtora atua principalmente em construções industriais, que usualmente iniciam as obras sem um projeto executivo, causando possíveis alterações no projeto durante o andamento da obra. Portanto, não possuindo um projeto definitivo com os quantitativos de materiais que serão utilizados, a empresa trabalha com excesso de matéria-prima por segurança, acreditando que é mais viável que sobre material ao invés de faltá-lo, o que pode ocasionar no atraso da obra.

Para evitar movimentação desnecessária de mão de obra e matéria-prima, a empresa estabelece um projeto de logística de canteiro de obras, posicionando escritórios e almoxarifados em locais estratégicos no canteiro, minimizando a movimentação dos funcionários.

Os defeitos mais frequentes nas obras da construtora B estão relacionados com a não qualificação da mão de obra. Com isso, a empresa foca em treinamento e desenvolvimento dos trabalhadores e na compatibilização dos projetos a fim de minimizar futuros retrabalhos.

#### 4.2.2 GESTÃO DE OBRAS

A gestão de obras apresentada pela construtora B foi analisada concentrando-se na identificação de possíveis empregos da construção enxuta, os resultados seguem apontados.

A construtora B define o cronograma de obra de acordo com a sequência física de execução e o tempo previamente determinado para cada tarefa, e é planejado e monitorado por meio do MSProject.

O histórico da empresa não apresenta atrasos na entrega das obras. Para manter esta reputação, a construtora motiva os funcionários por meio de premiação de cestas básicas conforme o rendimento de cada trabalhador.

Em relação ao desempenho da equipe, a construtora não mantém o serviço de medição de resultados em todas as suas obras, porém a construtora está buscando a implantação das medições em todos os empreendimentos.

A logística interna das obras da construtora B otimiza o deslocamento de materiais e operários, com a montagem do escritório central, depósito e almoxarifado em local estratégico e sub escritórios espalhados pelo canteiro de obra. Além disso, a empresa adota a ferramenta 5S na organização e limpeza de seus serviços.

A empresa B preza pela prevenção de acidentes de trabalho e pela saúde ocupacional, adotando uma política de saúde e segurança no trabalho, na qual as tarefas são liberadas para construção apenas após o aval de um técnico de segurança. Além disso, cursos relacionados à saúde e segurança ocupacional são aplicados a todos os funcionários periodicamente.

A construtora B, no passado, aplicava uma boa gestão da qualidade, na qual a empresa possuía a certificação ISO 9001. Devido ao crescimento da empresa e o aumento do número de funcionários desqualificados, a construtora não possui a gestão da qualidade formalizada, mas está se desenvolvendo para a obtenção do certificado.

#### 4.2.3 PRINCÍPIOS ENXUTOS

O resultado da análise realizada sobre os catorze princípios enxutos empregados pela construtora B, segue apresentado.

- A empresa está constantemente buscando por tecnologias para a melhoria a longo prazo, mesmo se essas novas técnicas provocarem um maior custo para a construtora.
- O processo construtivo na empresa B segue o fluxo contínuo: contratação da construtora, projetos, planejamento de obra, implantação do canteiro de obra, fundações e a construção propriamente dita.

- As atividades realizadas pela construtora são puxadas pelo cronograma, a empresa preza pelo cumprimento dos prazos. Além disso, as tarefas executadas são industrializadas ao máximo, empregando processos mecanizados, peças pré-moldadas e estrutura metálica.
- A carga de trabalho dos funcionários segue a legislação (44 horas semanais), entretanto, a jornada pode variar conforme imprevistos meteorológicos, quando algumas atividades necessitam ser interrompidas; e de acordo com o andamento da obra, quando o cronograma estiver atrasado, ocasionando o prolongamento do horário de trabalho dos funcionários.
- A construtora não possui a cultura de parar a execução da obra para resolver um problema, a solução é analisada simultaneamente ao andamento da obra. Por outro lado, a empresa prega uma postura em seus funcionários para todos realizarem um serviço de qualidade, executando as atividades corretamente na primeira tentativa.
- As tarefas realizadas pela mão de obra são totalmente padronizadas e para executá-las, os funcionários são divididos em diferentes equipes, de acordo com a função de cada trabalhador.
- Para a detecção de possíveis problemas ou defeitos, a construtora B dispõe de uma equipe de qualidade que realiza vistorias nas obras regularmente.
- A construtora não possui todos os equipamentos que utiliza. São da empresa as máquinas de maior aplicação nas obras, enquanto que o maquinário mais caro e complexo é alugado. Indiferentemente, todos os equipamentos são submetidos à manutenção preventiva e, os funcionários destinados a operar as máquinas recebem treinamento sobre a utilização do equipamento e segurança no trabalho.
- A construtora B preza pelo crescimento profissional de seus funcionários, uma vez que grande parte dos líderes atuais iniciaram sua carreira dentro da empresa com pequenos cargos.
- Para o desenvolvimento das equipes de mão de obra, os funcionários são submetidos a cursos de capacitação e especialização semanalmente. Em relação ao crescimento pessoal, a empresa incentiva a educação de seus trabalhadores, custeando diversos cursos de interesse dos funcionários.

- A construtora B possui uma parceria com fornecedores estratégicos, que são aqueles parceiros que fornecem aproximadamente 70% dos insumos utilizados em obra. Estes fornecedores estratégicos compartilham dos mesmos valores da empresa e já possuem esta parceria desde a fundação da construtora.
- A empresa possui um plano de ação, com uma equipe focada na solução de possíveis erros ocorridos nas obras que, quando acionado, o grupo de profissionais direciona-se para o local do problema para realizar análises e registros.
- Para a tomada de decisões na empresa, se reúnem a equipe do plano de ação e a diretoria para a busca de possíveis soluções para problemas encontrados em obra, priorizando a maneira mais simples e rápida de vencer uma dificuldade.
- A construtora B procura converter todos os erros cometidos em aprendizado, transmitindo cada novo conhecimento aos funcionários. Da mesma forma, a empresa está constantemente buscando por melhoria contínua desde a contratação do cliente até a entrega da obra.

### **4.3 Análise Cruzada de Casos**

A análise cruzada tem o intuito de indicar semelhanças e assimetrias entre os dados coletados das construtoras. Para esta análise, elaboraram-se quadros relacionando os resultados obtidos pelo estudo de casos das duas empresas, proporcionando um comparativo entre as práticas executadas em cada construtora, além de ser possível alinhar o desempenho verificado com a aplicação desejável da produção enxuta na construção civil.

As construtoras estudadas são de pequeno-médio porte, possuem como principal campo de atuação o Vale do Paraíba, sendo que a construtora A produz empreendimentos residenciais, enquanto a empresa B realiza obras industriais.

A construtora A assume que a empresa implanta parte dos princípios enxutos em suas atividades, como já apresentado no estudo de caso deste trabalho. A construtora B admite que os princípios da produção enxuta não são bem disseminados na empresa, embora descreva que a importância da construção enxuta é de criar engajamento, envolvimento e sinergia entre os trabalhadores e as obras.

Em termos de desperdício, ambas as construtoras consideraram o ‘deslocamento desnecessário’, o ‘tempo de espera’, o ‘estoque disponível’ e os ‘defeitos’ como tipos de perdas, conforme o Quadro 2. A construtora A ainda acrescenta o item ‘transporte’ como desperdício. As questões de ‘excesso de produção’ e ‘processamento em si’ não foram levantadas pelas duas empresas, embora o item ‘excesso de produção’ seja justificável, uma vez que a construção ocorre baseada nos projetos previamente planejados.

Quadro 2 – Relação entre as construtoras investigadas e os desperdícios

Desperdícios	Construtora A		Construtora B	
	Tem conhecimento	Busca o combate	Tem conhecimento	Busca o combate
Excesso de produção	Não	-	Não	-
Deslocamento desnecessário	Sim	Sim	Sim	Sim
Tempo de espera	Sim	Sim	Sim	Sim
Transporte	Sim	Sim	Não	-
Processamento em si	Não	-	Não	-
Estoque disponível	Sim	Sim	Sim	Não
Defeitos	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: o autor, 2013

O Quadro 2 reúne as informações coletadas das construtoras conforme o comportamento analisado em relação aos sete desperdícios a serem combatidos por uma empresa enxuta.

A gestão de obras das duas empresas pôde ser analisada e comparada e os resultados estão apresentados a seguir e no Quadro 3.

A definição do cronograma nas construtoras é dada de forma similar. As duas empresas analisam, primeiramente, o porte do empreendimento. Então, a partir da sequencia física de execução e com os tempos conhecidos de realização de cada tarefa, cada empresa constrói seu cronograma com ajuda dos métodos tradicionais na construtora. Para que o cronograma seja cumprido, ambas as empresas contemplam seus funcionários de acordo com o rendimento de cada funcionário, motivando-os a manter o serviço em dia, evitando o atraso de entrega da obra.

O desempenho das equipes de trabalho na construtora A é controlado de acordo com o tempo de execução das tarefas, enquanto na construtora B as medições de resultados são precárias, não ocorrendo em todas as obras.

A logística interna das obras das construtoras analisadas é planejada de forma a evitar o deslocamento desnecessário de mão de obra, materiais e equipamentos. Além disso, para manter o canteiro de obra limpo e organizado, a construtora A implanta um projeto de circulação e a construtora B, por sua vez, implanta a ferramenta 5S.

Apesar de não possuírem a certificação OHS18001, a política de saúde e segurança do trabalho é encontrada em ambas as construtoras, que mantêm técnicos de segurança em suas obras e aplicam cursos relacionados ao assunto para os funcionários.

A gestão da qualidade não se encontra formalizada em nenhuma das construtoras analisadas. Para garantir a qualidade do produto, as empresas contam com suas próprias equipes para realizarem a aferição dos serviços executados.

Quadro 3 – Aplicação de técnicas de gestão de obras nas construtoras investigadas

<b>Gestão de Obras</b>	<b>Construtora A</b>	<b>Construtora B</b>
Cronograma	Definido de acordo com porte do empreendimento e tempo de execução conhecido de cada atividade. O cumprimento do cronograma é motivado nos funcionários por meio de bônus salarial	Definido de acordo com porte do empreendimento e tempo de execução conhecido de cada atividade. O cumprimento do cronograma é motivado nos funcionários por meio de prêmios
Desempenho	Determinado por meio do tempo de realização das tarefas	Medições precárias
Logística Interna	Evita deslocamentos desnecessários e implanta um projeto de circulação	Evita deslocamentos desnecessários e aplica a ferramenta 5S
Saúde e Segurança	Aplicação de cursos aos funcionários e presença de engenheiro de segurança em todas as obras	Aplicação de cursos aos funcionários e necessidade de alvará de técnico de segurança para a realização de qualquer atividade na obra
Gestão da Qualidade	Os encarregados de cada setor se encarregam por vistorias e garantia da qualidade	Uma equipe própria se encarrega pela garantia da qualidade

Fonte: o autor, 2013

A aplicação dos princípios enxutos pôde ser observada em ambas construtoras, alguns são implantados em sua totalidade, enquanto outros os são parcialmente.

A filosofia a longo prazo (princípio 1) está presente e é aplicado nas duas empresas que sempre buscam por novas técnicas e tecnologias.

A busca por um fluxo de processo contínuo (princípio 2) existe nas construtoras analisadas. Todavia, o método para manter um fluxo contínuo

apresentado pela empresa A se mostra bastante eficaz, enquanto na empresa B, o fluxo contínuo não é observado com nitidez.

O principal sistema “puxado” (princípio 3) aplicado nas construtoras é o cronograma de obra. Por meio do cronograma são definidos a sequência de atividades e o tempo de execução de cada uma delas. Como na construção civil não há a superprodução, o cronograma “puxa” a obra por meio de estipulação de prazos e custos.

O nivelamento da carga de trabalho (princípio 4) não é facilmente aplicado à construção civil, uma vez que a obra possui um processo construtivo complexo constituído de etapas sequenciais, diferente de uma linha de produção de uma indústria, por exemplo. No caso da construtora A, existe a realocação entre obras dos funcionários que realizam uma determinada tarefa, criando uma espécie de linha de produção devido à situação de obras simultâneas da construtora A. Já para a construtora B, as equipes de trabalho são fixas de cada obra, não existindo a rotatividade da mão de obra.

Ambas as construtoras relataram que não interrompem o andamento da obra para resolver um problema (princípio 5), solucionando-o simultaneamente com o andamento da obra, e ambas as empresas prezam pela qualidade na primeira tentativa investindo na qualificação da mão de obra.

As tarefas realizadas nas duas construtoras analisadas são padronizadas (princípio 6) e equipes são formadas de acordo com a função de cada funcionário para o cumprimento das atividades.

O controle visual da produção (princípio 7) é observado nas duas construtoras, sendo que na empresa A, esse controle é realizado por encarregados de cada setor da obra, enquanto que na empresa B existe uma equipe especializada em qualidade para fazer as vistorias.

O uso de tecnologias testadas e confiáveis (princípio 8) é empregado em ambas construtoras. Na empresa A, os equipamentos são da própria construtora enquanto na empresa B são alugados. Indiferentemente, as construtoras submetem regularmente o maquinário à manutenção preventiva, assim como capacitam os funcionários para a utilização dos equipamentos.

A criação de líderes (princípio 9) ocorre dentro das empresas analisadas, sendo que ambas as construtoras possuem líderes atuais que iniciaram suas

carreiras com cargos pequenos, ou seja, são produtos do crescimento profissional oferecido pelas empresas.

O desenvolvimento de pessoas e equipes (princípio 10) é explícito nas duas construtoras, uma vez que ambas realizam treinamentos regularmente da mão de obra. A construtora A ainda realiza uma troca de conhecimento entre trabalhadores, mesclando funcionários de uma mesma área, porém com diferentes níveis de experiência.

Em relação à rede de fornecedores (princípio 11), a construtora A possui um sistema de parceria de fidelidade e só há a substituição de um fornecedor se esse não cumprir sua parte na parceria. A empresa B, por sua vez, trabalha com fornecedores estratégicos com parceria firmada desde a fundação da construtora.

Para ver por si mesmo para compreender a situação (princípio 12), a construtora A, diante de um problema, reúne os envolvidos no caso, para juntos fazerem uma análise e propor uma solução, enquanto a construtora B, perante uma ocorrência, aciona uma equipe de plano de ação que se direciona para o local para solucionar a questão.

Como uma obra é impulsionada pelo cronograma, a tomada de decisões e suas implementações (princípio 13) são feitas rapidamente em ambas as construtoras, a fim de não afetar os prazos estabelecidos.

As construtoras estudadas adquirem novos aprendizados (princípio 14) com a melhoria contínua oferecida pelos erros encontrados e soluções fornecidas durante todo o processo construtivo.

O Quadro 4 apresenta os princípios enxutos e a forma com que são aplicados nas construtoras pesquisadas, possibilitando a percepção de diferentes práticas entre as empresas.

Quadro 4 – Aplicação dos princípios enxutos nas construtoras investigadas

<b>Princípios</b>	<b>Construtora A</b>	<b>Construtora B</b>
Filosofia de longo prazo	Aplicação por meio de estudos sobre a nova tecnologia a ser implantada	Aplicação buscando constantemente por novas tecnologias
Fluxo de processo contínuo	Aplicado utilizando a logística de mão de obra, materiais e equipamentos	Aplicado na série das etapas desde a contratação até a entrega da obra
Sistemas "puxados"	Aplicado por meio do cronograma	Aplicado por meio do cronograma
Nivelar carga de trabalho	Princípio de aplicação com a logística de mão de obra	Não aplicado
Qualidade na primeira tentativa	Não há interrupção na obra em caso de problema. Há a capacitação da mão de obra para buscar a qualidade na primeira tentativa	Não há interrupção da obra em caso de problema. Há a cultura entre os funcionários de prezar pela qualidade na primeira tentativa
Padronização das tarefas	Aplicado em totalidade	Aplicado em totalidade
Controle visual	Aplicado por meio dos encarregados de cada setor da obra	Aplicado por meio da equipe responsável pela qualidade
Tecnologia confiável	Uso de tecnologia confiável com manutenção preventiva e capacitação para uso dos equipamentos	Uso de tecnologia confiável, com manutenção preventiva e capacitação para uso dos equipamentos
Formação de líderes	Aplicado em totalidade	Aplicado em totalidade
Desenvolver pessoas	Aplicado com treinamentos regulares e troca de experiência entre funcionários	Aplicado com treinamentos regulares e oferecimento de cursos extracurriculares
Respeitar os fornecedores	Uso de um sistema de parceria de fidelidade	Uso de parceria com fornecedores estratégicos desde a fundação da empresa
Ver por si mesmo	Aplicação por meio de reunião com os envolvidos no local da ocorrência	Aplicação por meio de equipe de plano de ação que se direciona ao local da ocorrência
Tomar e implementar decisões	Aplicado parcialmente com rápidas tomadas de decisões e implementações devido aos prazos da obra	Aplicado parcialmente com rápidas tomadas de decisões e implementações devido aos prazos da obra
Organização de aprendizagem	Aplicação parcial com aprendizagem por meio dos erros cometidos e constante busca por melhoria contínua	Aplicação parcial com aprendizagem por meio dos erros cometidos e constante busca por melhoria contínua

Fonte: o autor, 2013

#### 4.4 Recomendações Gerais

Baseando-se nas informações levantadas por meio do estudo de caso das construtoras A e B, serão propostas algumas recomendações para que a introdução de práticas da produção enxuta seja aplicada no setor da construção civil.

- Desperdícios

As construtoras, primeiramente, devem se atentar aos desperdícios de uma empresa enxuta: 'deslocamento desnecessário', 'tempo de espera', 'transporte', 'processamento em si', 'estoque disponível' e 'defeitos', com ressalva do 'excesso de produção' que raramente ocorre na construção.

Por meio da análise dos dados obtidos, as empresas devem fazer uma reflexão em se tratando da perda do 'processamento em si', acompanhando diretamente os trabalhos realizados e instruindo a mão de obra. Além disso, deve-se retratar o desperdício em relação ao transporte de materiais e equipamentos e também no que diz respeito ao excesso de matéria prima, analisando como esses fatos podem trazer perdas para a empresa e como agir para combatê-los. Os outros tipos de desperdícios já estão conceituados dentro das empresas, que buscam formas de minimizá-los.

De maneira geral, os sete desperdícios de uma empresa enxuta indicados da literatura oferecem uma base de reflexão para as construtoras analisarem as atividades que agregam valor ao seu produto final, para que, então, as empresas possam aplicar uma gestão baseada no valor.

- Cronograma

O cronograma das construtoras enxutas deve ser definido levando em conta a Engenharia Simultânea, trabalhando várias fases de uma obra simultaneamente; e a Reengenharia de Processos, fazendo com que os projetos aumentem a performance da construção, aumentando a qualidade e reduzindo custos. As empresas ainda necessitam motivar seus funcionários no cumprimento do cronograma e de prazos estabelecidos, tornando-se empresas sérias e comprometidas com resultados.

- Logística e gestão de obra

A logística interna da obra deve proporcionar a eliminação de deslocamentos desnecessários de mão de obra, materiais e equipamentos, mantendo o canteiro de obra continuamente organizado, limpo e com boa circulação.

A certificação da Gestão da Qualidade (ISO 9001) é de grande importância em relação aos resultados que pode proporcionar a uma construtora de aprendizagem enxuta, que deve se empenhar para garantir a qualidade do produto final, além da

qualidade da mão de obra, matéria prima e equipamentos, realizando medições de desempenho e sugerir soluções de melhorias na empresa.

Outra certificação relevante às construtoras enxutas é a Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional (OHSAS 18001), que implica em melhores condições de trabalho e diminuição de incidentes em obra. Portanto, as empresas necessitam aplicar cursos aos trabalhadores e manter um engenheiro ou técnico especialista constantemente em obras.

- Mão de obra

A mão de obra deve receber treinamento intensivo e constante, para que, divididos em equipe, realizem tarefas padronizadas seguindo a filosofia das construtoras enxutas. Tais organizações necessariamente têm que desenvolver líderes que possuam conhecimento do processo construtivo e da filosofia enxuta além de engajar o restante dos funcionários.

Para um melhor aproveitamento da mão de obra, é preciso nivelar a carga de trabalho em que uma equipe participa da obra para a realização de um serviço exclusivo e, em seguida, é levada para outra obra e assim a equipe segue sendo realocada em obras a partir do princípio de uma linha de produção.

- Equipamentos e fornecedores

Os equipamentos precisam ser submetidos à manutenção produtiva total, gerando uma maior confiabilidade no maquinário e, para serem utilizados, os funcionários devem ser devidamente preparados com cursos específicos de capacitação. As construtoras devem manter um sistema de parceria de fidelidade com os fornecedores, selecionando-os de forma que compartilhem dos mesmos valores da empresa, mantendo-os em número reduzido e auxiliá-los a se desenvolverem juntamente com a organização.

- Detecção e combate de possíveis problemas

As construtoras de aprendizagem enxuta necessitam empregar um controle visual para a detecção de qualquer tipo de problema na obra. No caso da constatação de alguma ocorrência, os líderes e os envolvidos devem observar a situação para compreendê-la completamente. As empresas devem criar uma cultura para que seus líderes parem e resolvam os problemas, sendo imprescindível que

adotem suas decisões de forma cautelosa e atenciosa, e as implemente rapidamente. Além disso, todos os erros e problemas encontrados pelas construtoras devem gerar um aprendizado e reflexões, que precisam ser repassados a todos os funcionários, para que assim as empresas possam atingir alta qualidade logo na primeira tentativa e ainda se tornarem organizações de melhoria contínua.

- Fluxo contínuo

As construtoras de aprendizagem enxuta são aconselhadas a empregar os princípios enxutos em sua totalidade, assim como criar uma filosofia enxuta e ensiná-la a todos os funcionários e líderes da organização.

Dessa forma, as construtoras que pesquisam por novas soluções na forma de conduzir uma obra, devem se basear em uma filosofia a longo prazo; as empresas têm que se esforçar para que as obras possuam um fluxo contínuo, se alinhando ao máximo à linha de produção de uma fábrica, ganhando maior desempenho no tempo de andamento das obras. O cronograma de uma obra deve funcionar como um sistema “puxado” da produção, determinando o ritmo da construção a ser seguido e estabelecendo prazos. Motivar a mão de obra para o cumprimento dos prazos é um ponto importante para manter um fluxo contínuo na construção.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo desta monografia é verificar e analisar a adoção de práticas de produção enxuta em empresas de construção civil e propor recomendações para obtenção de resultados positivos utilizando os conceitos enxutos.

Por meio do estudo de casos múltiplos, confere-se o conceito de desperdício das construtoras, assim como o modo de cada empresa gerir suas obras e quais princípios enxutos são aplicados. A análise funciona como base para a compreensão da situação das construtoras em relação à construção enxuta e, a partir desta, é possível propor recomendações para que as empresas saibam reconhecer os sete tipos de desperdícios encontrados na literatura e expostos neste trabalho, e que possam desenvolver uma filosofia enxuta dentro da organização e aplicar, em totalidade, os princípios da produção enxuta aliados com a gestão de obras de cada construtora.

Em relação às dificuldades encontradas no desenvolvimento deste estudo, pode-se citar a dificuldade em encontrar construtoras no Estado de São Paulo que tenham iniciado a aplicação das práticas enxutas em seus sistemas. Outro fator dificultador foi a carência de trabalhos na literatura sobre o tema da construção enxuta.

Como fator limitante, este trabalho analisa duas construtoras que tenham iniciado a aplicação de práticas enxutas, portanto, devido ao número reduzido de casos realizados, não é possível fazer generalizações em relação às boas práticas e dificuldades encontradas. Outra limitação é o foco delimitado em construtoras do Estado de São Paulo, havendo, então, possíveis hábitos comuns entre as empresas analisadas que podem ou não serem encontrados em outras regiões do país.

Considerando a importância do tema estudado, essa monografia contribui com a literatura existente apresentando uma análise cruzada de casos, identificando boas práticas e dificuldades na aplicação da produção enxuta na construção civil. Como contribuição aplicada, tem-se que as recomendações propostas para a introdução de práticas enxutas na construção podem ser utilizadas por construtoras de vários portes visando o ganho de desempenho.

Como estudos futuros sugere-se a realização de um *survey* para identificar a adoção das práticas da produção enxuta em empresas de construção civil situadas

em diferentes regiões do Brasil e a ampliação da pesquisa para a realidade de construtoras de grande porte.

## REFERÊNCIAS

- AL-AOMAR, R.. A lean construction framework with Six Sigma rating. **International Journal of Lean Six Sigma**, Vol. 3, No. 4, pp. 299-314, 2012. DOI 10.1108/20401461211284761
- AL-SUDAIRI, A. A.. Evaluating the effect of construction process characteristics to the applicability of lean principles. **Construction Innovation**, Vol. 7, No. 1, pp. 99-121, 2007. DOI 10.1108/14714170710721322
- ALVES, T. C. L.; MILBERG, C.; WALSH, K. D.. Exploring lean construction practice, research, and education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol. 19, No. 5, pp. 512-525, 2012. DOI 10.1108/09699981211259595
- ARLBJØRN, J. S.; FREYTAG, P. V.. Evidence of lean: a review of international peer-reviewed journal articles. **European Business Review**, Vol. 25, No. 2, pp. 174-205, 2013. DOI 10.1108/09555341311302675
- ARNHEITER, E., D.; GREENLAND, J., E.. Looking for root cause: a comparative analysis. **The TQM Journal**, Vol. 20, No. 1, pp. 18-30, 2008. DOI 10.1108/09544780810842875
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M.. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**, abr. 2013. DOI 10.1016/j.aej.2013.04.008
- BHASIN, S.. An appropriate change strategy for lean success. **Management Decision**, Vol. 50, No. 3, pp. 439-458, 2012. DOI 10.1108/00251741211216223
- BHASIN, S.. Impact of corporate culture on the adoption of the Lean principles. **International Journal of Lean Six Sigma**, Vol. 4, No. 2, pp. 118-140, 2013 DOI 10.1108/20401461311319329

BHASIN, S.; BURCHER, P.. Lean viewed as a philosophy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Vol. 17, No. 1, pp. 56-72, 2006. DOI 10.1108/17410380610639506

BOYLE, T. A.; SCHERRER-RATHJE, M.; STUART, I.. Learning to be lean: the influence of external information sources in lean improvements. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Vol. 22, No. 5, pp. 587-603, 2011. DOI 10.1108/17410381111134455

BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A.. Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, Vol. 11, No.4, pp. 205-223, out./dez. 2011. DOI 10.1590/S1678-86212011000400014

CARVALHO, H.; DUARTE, S.; MACHADO, V.C.. Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies. **International Journal of Lean Six Sigma**, Vol. 2, No. 2, pp. 151-179, 2011. DOI 10.1108/20401461111135037

CHAUHAN, G.; SINGH, T. P.. Measuring parameters of lean manufacturing realization. **Measuring Business Excellence**, Vol. 16, No. 3, pp. 57-71, 2012. DOI 10.1108/13683041211257411

CORBERT, L. M.. Lean Six Sigma: the contribution to business excellence. **International Journal of Lean Six Sigma**, Vol. 2, No. 2, pp. 118-131, 2011. DOI 10.1108/20401461111135019

FOUND, P.; HARRISON, R.. Understanding the lean voice of the customer. **International Journal of Lean Six Sigma**, Vol. 3, No. 3, pp. 251-267, 2012. DOI 10.1108/20401461211282736

FREJ, T. A.; ALENCAR, L. H.. Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife. **Produção**, Vol. 20, No. 3, pp. 322-334, jul./set. 2010. DOI 10.1590/S0103-65132010005000043

FUENTES, J. M.; DÍAZ, M. S.. Learning on lean: a review of thinking and research. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 32, No. 5, pp. 551-582, 2012. DOI 10.1108/01443571211226498

HASLE, P.; BOJESEN, A.; JENSEN, P. L.; BRAMMING, P.. Lean and the working environment: a review of the literature. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 32, No. 7, pp. 829-849, 2012. DOI 10.1108/01443571211250103

HOLWEG, M.. The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, Vol. 25, pp. 420-437, 2007.

IBRAHIM, A. R. B.; ROY, M.H.; AHMED, Z.U.; IMTIAZ, G.. Analyzing the dynamics of the global construction industry: past, present and future. **Benchmarking: An International Journal**, Vol. 17, No. 2, pp. 232-252, 2010. DOI 10.1108/14635771011036320

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 11 jun. 2013.

JØRGENSEN, B.; EMMITT, S.. Investigating the integration of design and construction from a “lean” perspective. **Construction Innovation**, Vol. 9, No. 2, pp. 225-240, 2009. DOI 10.1108/14714170910950849

JØRGENSEN, B.; EMMITT, S.. Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol.15, No. 4, pp. 383-398, 2008. DOI 10.1108/09699980810886874

JAPAN’S smooth operators. **Strategic Direction**, Vol. 23, No. 4, pp. 10-12, 2007. DOI 10.1108/02580540710736426

JUPP, V. **The sage dictionary of social research methods**. Sage Publications Ltd. p. 79-249, 2006.

KARIM, A.; ARIF-UZ-ZAMAN, K.. A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. **Business Process Management Journal**, Vol. 19, No. 1, pp. 169-196, 2013. DOI 10.1108/14637151311294912

MARHANI, M. A.; JAAPAR, A.; BARI, N. A. A.. Lean Construction: Towards enhancing sustainable construction in Malaysia. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, Vol. 68, pp. 87-98, dec/2012. DOI 10.1016/j.sbspro.2012.12.209

MELLO, L. C. B. B.; AMORIM, S. R. L.. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Produção**, Vol. 19, No. 2, pp. 388-399, maio/ago. 2009. DOI 10.1590/S0103-65132009000200013

MIGUEL, P. A. C.. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, Vol. 17, No. 1, pp. 216-229, jan./abr. 2007. DOI 10.1590/S0103-65132007000100015

PAVEZ, I.; GONZÁLEZ, V.; ALARCÓN, L. F.. Improving the Effectiveness of New Construction Management Philosophies using the Integral Theory. **Revista de la Construcción**, Vol. 9, No. 1, pp. 26-38, 2010.

PHENG, L. S.; FANG, T. H.. Modern-day lean construction principles: Some questions on their origin and similarities with Sun Tzu's Art of War. **Management Decision**, Vol. 43, No. 4, pp. 523-541, 2005. DOI 10.1108/00251740510593530

SONG, L.; LIANG, D.. Lean construction implementation and its implication on sustainability: a contractor's case study. **Canadian Journal of Civil Engineering**, Vol. 38, No. 3, pp. 350-359, 2011. DOI 10.1139/L11-005

STERNBERG, H.; STEFANSSON, G.; WESTERNBERG, E.; GENNÄS, R. B.; ALLENSTRÖM, E.; NAUSKA, M. L.. Applying a lean approach to identify waste in

motor carrier operations. **International Journal of Productivity and Performance Management**, Vol. 62, No. 1, pp. 47-65, 2013. DOI 10.1108/17410401311285291

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B.. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Vol. 12, No. 2, pp. 121-130, abr./jun. 2012. DOI 10.1590/S1678-86212012000200008

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – Questionário aplicado às construtoras

#### QUESTIONÁRIO

- O processo construtivo possui um fluxo contínuo? Como?
- A construção ocorre por meio de algum sistema puxado? Qual?
- O que é considerado como perdas ou desperdícios para a construtora? Todos na equipe têm esse conhecimento?
- Como a empresa lida com o desperdício?
- A mão de obra é treinada? Qual o treinamento aplicado? Qual a sua duração?
- Como é determinada a carga de trabalho dos operários? É sempre constante, ou varia conforme a atividade?
- As tarefas executadas pela mão de obra são padronizadas? São realizadas em equipe?
- A empresa preza pela qualidade logo na primeira tentativa?
- Ocorrem muitos defeitos durante o processo construtivo? Em que área da obra? Por qual motivo?
- A construtora realiza vistorias para a detecção de problemas na obra? Como?
- Os equipamentos utilizados são confiáveis? Os funcionários são capacitados para utilizá-los?
- Como é a relação com os fornecedores? Possuem algum tipo de classificação?
- Existe espera (tempo sem trabalho) entre funcionários e maquinário?
- A obra possui movimentação desnecessária de matéria-prima? E de funcionários? Por quê?
- A construtora trabalha com excesso de matéria-prima? Se sim, qual a porcentagem desse excesso?
- A empresa possui uma cultura de parar a execução para resolver um problema? Como isso é feito?
- Quando encarando um problema, de que forma são tomadas e aplicadas as decisões? Todos os envolvidos tiveram contato com o problema antes de tomarem a decisão?

- Um problema solucionado gera algum tipo de aprendizado dentro da empresa? Como?
- As decisões tomadas pela empresa são baseadas no caráter de longo prazo?
- Dentro da construtora, existe o desenvolvimento de líderes que tenham o total conhecimento do trabalho que está sendo realizado?
- A obra possui gestão da qualidade? Como é feita?
- A construtora realiza medição de desempenho da equipe? Como?
- A empresa possui alguma política de saúde e segurança no trabalho?
- Como é a logística interna da obra?
- Com relação ao cronograma, como é definido o tempo e a sequência de cada tarefa?
- Os funcionários são motivados a cumprir o cronograma? De que forma?
- Existe uma busca por melhoria contínua nas atividades do processo construtivo?
- Se existem, quais são as maiores dificuldades encontradas na obra em geral?