



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ-UFC**  
**CAMPUS CRATEÚS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ISMAEL EDSON SOARES SOUSA**

**AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA DA CONSTRUÇÃO  
ENXUTA EM PEQUENAS EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**CRATEÚS**

**2021**

ISMAEL EDSON SOARES SOUSA

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA DA CONSTRUÇÃO  
ENXUTA EM PEQUENAS EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, como requisito parcial à obtenção do título do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ma. Raimunda Moreira da Franca

CRATEÚS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S696a Sousa, Ismael Edson.  
Avaliação da Implementação da Filosofia da Construção Enxuta em Pequenas Empresas da Construção Civil  
/ Ismael Edson Sousa. – 2021.  
77 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús,  
Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2021.

Orientação: Prof. Me. Raimunda Moreira da Franca .

1. Construção Enxuta. 2. Desperdício. 3. Construção Civil. I. Título.

CDD 620

---

ISMAEL EDSON SOARES SOUSA

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA DA CONSTRUÇÃO  
ENXUTA EM PEQUENAS EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, como requisito parcial à obtenção do título do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Ma. Raimunda Moreira da Franca (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Luis Felipe Cândido (Membro)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Ma. Tatiane Lima Batista  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*Dedico este trabalho aos meus pais,  
Maria e Edson, que sempre me  
apoiaram e deram todo o suporte  
necessário para eu chegar até aqui.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as vitórias concedidas ao longo da minha vida, que agora me permitem concluir mais uma etapa dessa trajetória.

Aos meus pais, Maria e Edson, por toda a atenção dedicada à minha educação e serem os meus maiores incentivadores nesta vida.

Ao meu irmão querido, Miguel, por seu companheirismo.

À minha namorada, Ana Léia, que sempre esteve ao meu lado durante o meu percurso acadêmico.

Aos docentes da Universidade Federal do Ceará, campus de Crateús, pelos ensinamentos e experiências transmitidas, sendo fundamentais em minha formação.

Ao Professor Luis Felipe Cândido, que proporcionou um ensino de alta qualidade, e apresentou um novo campo de conhecimento que me levou a escolher o tema deste trabalho.

À minha orientadora, Professora Raimunda Moreira da Franca, que mesmo com sua intensa rotina de vida acadêmica aceitou me orientar neste trabalho, suas contribuições foram muito valiosas durante todo o processo e essenciais para que pudesse ser concluído.

A todos os meus amigos do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com espírito colaborativo, em especial meus amigos João Pedro e Ytalo Igo, pelos momentos de alegria, descontração, e pela cooperação mútua durante esses anos.

*“Descobrir consiste em olhar para o  
que todo mundo está vendo e pensar  
uma coisa diferente”*

(Roger Von Oech)

## RESUMO

O modelo tradicional de gestão e produção da construção civil sempre esteve focado na produção em massa, gerando altos níveis de desperdício de material, baixa qualidade do produto final, baixa produtividade, e, ignora as atividades de fluxo. Essas características em conjunto com sucessivas crises econômicas enfrentadas pelo setor, fizera com que muitas empresas perdessem espaço no mercado, especialmente as micro e pequenas empresas. Dessa forma, este trabalho propõe avaliar e cotejar os onze princípios de um modelo de gestão, derivado de uma filosofia de produção japonesa, originalmente conhecido como *Lean Production* (Produção Enxuta). Esse modelo de produção foi concebido na indústria japonesa no período pós segunda guerra mundial e foi proeminentemente aplicada pela Toyota Motor Company, a partir de trabalhos desenvolvidos por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. Diante do sucesso desse novo modelo diversos pesquisadores e estudiosos buscaram formas de adaptar seus conceitos para outros setores de produção, e a partir disso, surgiu a *Lean Construction* (Construção Enxuta) fruto do trabalho do finlandês Lauri Koskela, que tomou a iniciativa de desenvolver e adequar os ideais enxutos no setor da construção civil. A Construção Enxuta tem o potencial de trazer à pequenas empresas benefícios como: o aumento na transparência dos processos, redução da taxa de variabilidade, ganho de tempo, redução de desperdícios, menor quantidade de erros e retrabalhos. Assim, desenvolveu-se um estudo de caso em uma pequena empresa construtora, na cidade de Fortaleza – CE, onde os dados foram coletados aplicando um questionário com o objetivo de avaliar se a empresa possui algum grau de aplicação da filosofia da Construção Enxuta, também foram realizadas visitas ao canteiro de obras e entrevistas com os gestores envolvidos no processo produtivo, identificando as deficiências do atual modelo de gestão. Deste modo, constatou-se que, a diretoria e a engenharia da empresa possuem percentual enxuto abaixo de 30%, nível D, considerado nível mais precário de desempenho, e, evidenciando o baixo foco em melhorias e conhecimento nulo a respeito da Construção Enxuta, conforme metodologia aplicada. Por fim, realizou-se a avaliação e discussão do resultados, e, apresentou-se a Construção Enxuta como possível solução através de propostas de melhorias que expressassem os onze princípios de Koskela, condizentes com a realidade da empresa. Os gestores demonstraram-se receptivos quanto à nova filosofia, afirmando a vontade de estudar profundamente o assunto, e, a provável implementação deste conhecimento. Portanto, a pesquisa contribuiu para introduzir conceitos da Construção Enxuta na empresa estudada e com a geração de ações voltadas para a melhoria do modelo de gestão da construção.

**Palavras-chave:** Construção Enxuta. Desperdício. Construção civil.

## ABSTRACT

The traditional model of management and production of civil construction has always been focused on mass production, generating high levels of material waste, low quality of the final product, low productivity, and, ignores the flow activities. These characteristics, together with successive economic crises faced by the sector, had caused many companies to lose space in the market, especially micro and small companies. Thus, this work proposes to evaluate and compare the eleven principles of a management model, derived from a Japanese production philosophy, originally known as Lean Production. This production model was conceived in the Japanese industry in the post-World War II period and was prominently applied by the Toyota Motor Company, based on works developed by Taiichi Ohno and Shigeo Shingo. Faced with the success of this new model, several researchers and scholars sought ways to adapt their concepts to other production sectors, and from that, Lean Construction emerged as a result of the work of the Finnish Lauri Koskela, who took the initiative to develop and adapt lean ideals in the civil construction sector. Lean Construction has the potential to bring benefits to small businesses such as: increased transparency of processes, reduced rate of variability, time savings, reduced waste, less errors and rework. Thus, a case study was developed in a small construction company, in the city of Fortaleza - CE, where the data were collected by applying a questionnaire in order to assess whether the company has any degree of application of the Lean Construction philosophy, also visits to the construction site and interviews with the managers involved in the production process were carried out, identifying the deficiencies of the current management model. Thus, it was found that the company's management and engineering have a lean percentage below 30%, level D, considered the most precarious level of performance, and, evidencing the low focus on improvements and zero knowledge regarding Lean Construction, according to the applied methodology. Finally, the results were evaluated and discussed, and Lean Construction was presented as a possible solution through proposals for improvements that expressed the eleven principles of Koskela, consistent with the reality of the company. The managers were receptive to the new philosophy, affirming the desire to study the subject in depth, and the probable implementation of this knowledge. Therefore, the research contributed to introduce Lean Construction concepts in the studied company and with the generation of actions aimed at improving the construction management model.

**Keywords:** Lean Construction. Waste. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Redução progressiva do tempo de ciclo.....	26
Figura 2 – Ciclo de planejamento.....	32
Figura 3 – Níveis de classificação do questionário .....	40
Figura 4 – Modelo para avaliação do uso da Construção Enxuta pelas construtora por meio do gráfico tipo radar preenchido.....	42
Figura 5 – Avaliação com a diretoria da empresa em gráfico radar preenchido.....	48
Figura 6 – Avaliação com a Engenharia da empresa em gráfico radar preenchido.....	50
Figura 7 – Canteiro de obras sem baias de agregados.....	51
Figura 8 – Aço armazenado de maneira incorreta.....	52
Figura 9 – Produção de concreto realizada de modo bastante manual.....	53
Figura 10 – Reexecução de alvenaria de vedação.....	54
Figura 11 – Proposta de layout de canteiro de obras.....	55
Figura 12 – Programa 5S.....	59

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Relação entre a quantidade de perguntas do questionário com os princípios da Construção Enxuta.....	39
Tabela 2 - Classificação da empresa de acordo com o nível de Construção Enxuta.....	41
Tabela 3 – Avaliação dos princípios da construção enxuta realizada junto à diretoria da empresa.....	47
Tabela 4 - Avaliação do princípios da construção enxuta realizada junto ao departamento de engenharia da empresa.....	49

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Produção Tradicional versus Produção Enxuta.....	23
---	----



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Contextualização</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2 Justificativa</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3 Objetivos</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 A Produção Enxuta: surgimento e conceitos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2 Gestão da Produção na Construção</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3 A Nova Filosofia de Produção para a Construção</b> .....	<b>22</b>
<b>2.4 Princípios da Construção Enxuta</b> .....	<b>24</b>
<b>2.5 Planejamento e controle da produção como ferramentas de implementação da Construção Enxuta</b> .....	<b>31</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1 Classificação e estratégia de estudo</b> .....	<b>37</b>
<b>3.2 Delineamento do estudo</b> .....	<b>37</b>
<b>3.3 Definição da unidade-caso</b> .....	<b>38</b>
<b>3.4 Determinação do número de casos</b> .....	<b>38</b>
<b>3.5 Elaboração do protocolo e Coleta de dados</b> .....	<b>38</b>
<b>3.5.1 Questionário</b> .....	<b>39</b>
<b>3.5.2 Observação direta no canteiro</b> .....	<b>43</b>
<b>3.5.3 Entrevistas</b> .....	<b>44</b>
<b>3.6 Análise dos dados</b> .....	<b>44</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>4.1 Descrição da empresa e do empreendimento</b> .....	<b>45</b>
<b>4.2 Exposição dos Princípios da Construção Enxuta à empresa</b> .....	<b>45</b>
<b>4.3 Apresentação dos resultados</b> .....	<b>46</b>
<b>4.4 Propostas de melhorias</b> .....	<b>54</b>
<b>4.5 Percepção dos gestores da empresa sobre as propostas apresentadas</b> .....	<b>60</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>62</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>67</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

O setor da construção civil influencia diretamente a economia de um país. É responsável por 6,2% do PIB do Brasil, seu mercado representa 34% do total da indústria brasileira. Se destaca pela sua heterogeneidade, e, compõe-se de vários serviços, com atividades tecnológicas variadas, atendendo a diferentes tipos de demandas.

Após estudos realizados no Brasil e no exterior, Isatto *et al.* (2000) demonstraram que as principais causas da baixa produtividade no setor da construção civil estão diretamente relacionadas as deficiências no planejamento e no controle.

Esses problemas são ainda mais evidentes em pequenos empreendimentos, em razão de buscar reduzir os custos e maximizar os lucros não investem adequadamente em projetos devidamente elaborados, e, não realizam visitas técnicas na obra de maneira frequente. Porém, esse é um método de gestão errôneo e equivocado, pois favorece o surgimento de diversas complicações relacionadas a desperdícios e atrasos, gerando por consequência, aumento nos gastos e insatisfação por parte do cliente (KOSKELA, 1992).

Souza, Silva e Fernando (2007) complementam ainda, dizendo que, a maior parte dos problemas presentes em obras de pequeno porte é devido à falta de adequado detalhamento na etapa de elaboração dos projetos, e, pouco interesse em orientar os responsáveis pela execução.

Assim, diante da necessidade de melhorias contínuas, o mercado da construção civil vem inovando e adaptando métodos, conceitos e técnicas desenvolvidas inicialmente para o trabalho nos canteiros de obras, como os sistemas de planejamento e controle da produção. Aliado a um quadro de crescimento da competição existente no setor da construção, aumento do nível de exigência e reivindicação dos consumidores, e melhores condições de trabalho, gera-se um novo padrão de produção e consumo imerso em constantes mudanças e cada vez mais competitivo. Conforme Costenaro, Wegner e Ceretta (2003), o surgimento desses novos padrões de consumo faz com que as empresas busquem obter maior capacidade de criatividade e flexibilidade para atender ao mercado consumidor.

Mediante isso, grupos de pesquisadores e profissionais da área da construção vem, desde a década de 90, empenhando-se na tentativa de aplicar os conceitos, princípios e práticas de um novo paradigma de gestão da produção na construção civil.

Esse modelo de gestão tem sido chamado de Lean Construction (Construção Enxuta), por ter como base a filosofia de produção Lean Production (Produção Enxuta), que se contrapõe ao antigo modelo de produção em massa (Mass Production) que tem suas raízes no Fordismo e Taylorismo (MAUÉS et al., 2008). Inicialmente, esses conceitos, práticas e princípios foram propostos por Koskela (1992), baseando-se no desenvolvimento e discussão de trabalhos de diversos pesquisadores da área de gerenciamento da produção e da construção civil.

Para superar as deficiências e alcançar melhores níveis de gestão produtiva, o finlandês Koskela em 1992, realizou estudos que resultaram no surgimento do modelo para gestão da produção na construção civil chamado Lean Construction, traduzido para o português, Construção Enxuta. Tal modelo de gestão é oriundo da Produção Enxuta (Lean Production) (LORENZON; MARTINS, 2006).

A filosofia da Construção Enxuta foi pensada para rever os antigos paradigmas de produção, já enraizados no setor da construção civil, e buscar novas filosofias eficientes, validadas na indústria, para otimizar os procedimentos construtivos, melhorar a aplicação dos recursos e aumentar a qualidade atribuída aos produtos finais.

O atual cenário é um ambiente bastante propício para uma profunda análise e revisão desta antiga modalidade de produção em massa, ainda fortemente presente no setor, com fins de não apenas melhorar e desenvolver o setor da construção civil, mas proporcionar também condições mais satisfatórias aos seus clientes finais. Embora as inovações apresentadas pela filosofia Lean Construction sejam ainda pouco conhecidas na indústria da construção civil, algumas empresas desse setor já deram início na aplicação de seus princípios, alcançando com isso, melhorias bastante significativas em seus índices de desempenho (ALARCÓN, 1997; TOMMELEIN, 1998). A partir desses resultados positivos, depreende-se que, o desenvolvimento de pesquisas e trabalhos que busquem contribuir com a disseminação e consolidação dos princípios da Lean Construction podem ajudar no progresso do setor da construção civil de maneira geral.

Dessa forma, compreendendo o Pensamento Enxuto (Lean Thinking), e, mais especificamente a Construção Enxuta (Lean Construction), entendeu-se que esse novo método construtivo contribui fortemente na busca pelo aumento da competitividade, produtividade, redução da mão-de-obra, estabilidade dos processos de produção, prazos para execução das atividades, organização do canteiro, aumento do grau de satisfação dos clientes e funcionários. De posse desse conhecimento e de seus diversos benefícios, decidiu-se apresentar propostas de

ações em busca de colaborar na implementação desse novo modelo de construção adaptado a realidade de uma micro empresa da capital cearense, e, introduzir os conceitos da Construção Enxuta em seu método de gestão e execução de obra.

Por consequência, a questão que norteia o desenvolvimento da pesquisa tem o foco em “como a adoção dos princípios da Construção Enxuta pode melhorar a eficiência em obras de pequenas empresas de construção?”. Com base em um estudo de caso na cidade de Fortaleza – CE.

## **1.2 Justificativa**

O modelo tradicional de gestão e produção no setor da construção civil, principalmente em micro e pequenas empresas, é ainda bastante focado na produção em massa (Mass Production). Esse modelo confere ao setor altos níveis de desperdício de material, baixa qualidade do produto final, baixa produtividade da mão de obra e não atende, muitas das vezes, as necessidades dos clientes.

Os recursos são escassos e isso é um fator limitante para qualquer processo produtivo. Assim, para se obter sucesso no funcionamento de um processo, é necessário conhecer todas as partes envolvidas por meio de um eficaz gerenciamento de suas atividades. Dispondo das informações mais importantes referente ao funcionamento do sistema, é possível buscar melhores práticas de operação de suas partes, excluir as atividades desnecessárias, controlar os desperdícios e conferir maior qualidade ao produto final.

O modelo tradicional enxerga a produção somente como um conjunto de atividades de conversão, onde insumos são transformados em produtos intermediários (alvenaria, estrutura) ou finais (edificação), não considerando as atividades de fluxo, como espera, inspeção e transporte, as quais não agregam valor ao produto final (FORMOSO, 2002). Em contrapartida, a Construção Enxuta se propõe com uma promissora solução para embasar esse aperfeiçoamento da mentalidade construtiva.

Para tanto, este trabalho se justifica como uma importante contribuição para que micro e pequenas empresas de construção possam: conhecer novas técnicas e ferramentas para diminuir os custos e desperdícios; reduzir a mão de obra, materiais e tempo; pôr em destaque atividades que agreguem valor ao produto final; usar técnicas e ferramentas que aumentem a produtividade do setor; entender a relevância das atividades de fluxo.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

- a) Analisar a adoção dos princípios da Construção Enxuta em micro e pequenas empresas do setor da construção civil.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Apresentar os princípios da Construção Enxuta;
- b) Analisar os métodos de gestão praticados e apontar suas deficiências;
- c) Analisar a percepção dos gestores e equipe técnica sobre o nível de aplicação dos princípios da construção enxuta na empresa.
- d) Propor práticas que expressem a adoção dos princípios da Construção Enxuta em micro e pequenas empresas do Ceará.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A Produção Enxuta: surgimento e conceitos**

Produção Enxuta (Lean Production) é uma nova filosofia de produção que se originou na indústria japonesa no período pós segunda guerra mundial, e, aplicada mais proeminentemente pela Toyota Motor Company, a partir de trabalhos desenvolvidos por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. Essa nova concepção de produção teve sua origem na necessidade que o Japão se encontrava de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos, pois o país enfrentava dificuldades como a retração do mercado consumidor e escassez de recursos naturais, o que fez com que Ohno estudasse os modelos norte-americanos de produção (Taylorismo e Fordismo) e adaptasse seus conceitos para a realidade japonesa da década de 50. Aplicando novas abordagens à produção industrial e as inserindo em sua realidade e setor, constituiu-se o chamado Sistema Toyota de Produção (KOSKELA, 1992; CORIAT, 1994).

A ideia básica no Sistema Toyota de Produção é a eliminação de estoques através de pequenos lotes de produção, redução do tempo de produção, máquinas semiautônomas, cooperação com fornecedores, dentre outras técnicas atendendo questões de qualidade. Além desses, há dois novos conceitos introduzidos por essa nova filosofia de produção, são eles o JIT

(Just in Time), significando que, em um processo de fluxo, as partes necessárias somente devem alcançar a linha de montagem no momento e na quantidade em que são necessárias, e, o TQM (Total Quality Management), que se refere à expansão do controle de qualidade da produção para todos os setores, trabalhadores, gerência e operações (KOSKELA, 1992).

A definição de Pensamento Enxuto (Lean Thinking) baseia-se no Sistema Toyota de Produção e evoluiu em um ambiente de manufatura, na indústria automobilística. Segundo Womack e Ross (1992), a produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade dos esforços dos operários na fábrica, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos e exige menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos. Dessa forma caracteriza-se um novo paradigma de produção, contrapondo o paradigma de produção em massa tradicional.

A base do pensamento enxuto é aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. Nas palavras de Taiichi Ohno (1997) “Tudo que estamos fazendo é olhar a linha do tempo do momento em que o cliente nos entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. E estamos reduzindo essa linha do tempo removendo os desperdícios que não agregam valor”.

O objetivo é incorporar uma menor quantidade de esforço humano, menor inventário, menor tempo de desenvolvimento de produto utilizando menos espaço para que se possa responder o mais rápido possível às demandas dos clientes com produtos de qualidade de modo mais eficiente e econômico possível. Pode-se entender também como uma filosofia de manufatura cujo foco é entregar, dentro do tempo estabelecido, o produto de mais alta qualidade aliado a um menor custo (CHING; LIMA, 2005). Segundo Lean Institute Brasil (2009) os resultados obtidos implicam em um aumento da capacidade de oferta dos produtos que os clientes demandam, na hora que eles querem, nos preços que estão dispostos a pagar, com custos menores e qualidade superior, garantindo dessa forma, maior rentabilidade ao negócio.

Com base no pensamento enxuto de eliminação de todo e qualquer desperdício, Ohno (1988) conforme Koskela (1992), líder do desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, define sete tipos de desperdícios durante o processo de produção: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimento e defeitos. O autor ainda entende que há dois tipos de desperdício: as atividades que não agregam valor, do ponto de vista do cliente, mas que são necessárias no atual estágio de desenvolvimento tecnológico

(como as inspeções), e as que não agregam valor e podem ser eliminadas instantaneamente.

Existem diversas técnicas que foram desenvolvidas com fins de eliminar essas atividades que não agregam valor, técnicas essas intimamente ligadas ao Pensamento Enxuto. Como exemplo pode-se citar o Kanban, que é um sistema de cartões de sinalização que controla os fluxos de produção ou transporte; o Just in time, um sistema baseado na produção de somente o necessário, sem uso de estoques; Método 5S, utilizado para organização e limpeza do ambiente de trabalho; Poka-yoke, que é o uso de dispositivos que evitam erros (KOSKELA, 1992).

O sistema Toyota evoluiu para se tornar um verdadeiro processo de produção, dado sua origem, esse sistema é particularmente bom na diversificação, enquanto o sistema clássico de produção de massa planejado é relativamente refratário a mudanças. O Sistema Toyota, ao contrário, revela-se muito plástico, suscetível a mudanças, adaptando-se bem às condições de diversificação mais difíceis, visto que foi concebido para isso (OHNO; CORIAT, 1994).

Segundo Taiichi Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção não é apenas um sistema de produção, mas um sistema gerencial adaptado à era atual de mercados globais e de sistemas computadorizados de informações de alto nível.

## **2.2 Gestão da Produção na Construção**

É necessário entender o conceito tradicional de construção e suas características estruturais que a diferencia de outros setores. Koskela (1992) entende que o conceito mais geral para o entendimento da construção é um conjunto de atividades destinadas a determinado resultado, chamado de modelos de conversão, onde matéria prima é convertida em produtos. Assume-se que o processo total consiste em um conjunto de subprocessos que convertem uma entrada em uma saída e que podem ser realizados e analisados de maneira isolada um do outro.

Koskela (1992) interpreta ainda que se pode caracterizar a situação da construção da seguinte forma:

- a) os métodos gerenciais deterioram os fluxos, violando os princípios do processo de fluxo, tais como transporte, espera e inspeção;
- b) há, portanto, um conseqüente desperdício considerável na construção;
- c) os resíduos são invisíveis em termos totais e são considerados inativos e;
- d) os esforços de melhoria foram prejudicados pela negligência dos aspectos do fluxo.

O mesmo autor faz ainda três recomendações voltadas à busca pela qualidade (KOSKELA, 1992):

- a) projetar e melhorar os processos a fim de se obter baixa variabilidade;
- b) estabelecer meios rápidos para detecção e correção de qualquer defeito ou desvio;
- c) melhorar o mecanismo pelo qual as especificações são definidas para cada conversão.

Essas três recomendações correspondem aos princípios de projeto e melhoria de fluxo relativos à variabilidade, tempo de ciclo e requisitos do cliente.

Bazanelli *et al.* (2003) identificam também algumas deficiências apresentadas pelo modelo tradicional de processamento de produção:

- a) as atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão, ou transformação, não são explicitamente consideradas, porém atividades como transporte ou espera de material, não agregam valor ao produto final, mas geram custos;
- b) o foco para a busca de melhorias está nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo;
- c) não é dada atenção ao que o cliente interno ou externo realmente necessita.

Percebe-se que o foco quase exclusivo no modelo de conversão gera um consequente aumento no nível de desperdício, proporcionado pela violação dos princípios do processo de fluxo que negligencia a melhoria na produção.

No entanto, esse modelo de conversão tradicional não é necessariamente errado, e encontra razoável aplicabilidade em sistemas de produção relativamente simples. Porém, nos sistemas de produção de maior complexidade as atividades de fluxo também são maiores, o que necessita de maior atenção à essas atividades (ISSATO *et al.*, 2000; BAZANELLI 2003).

Os conceitos de gerenciamento tradicionais não apenas ignoram, mas prejudicam os fluxos de construção. Dessa forma, é de suma importância desenvolver e introduzir novos métodos que proporcionem uma melhoria ao fluxo desse processo de produção. Alguns métodos já foram desenvolvidos em diversos níveis, buscando implementar esses projetos de fluxo, conceitos e princípios de melhoria que são violados pelo modelo de gerenciamento focado apenas na conversão. É notório que a introdução desses procedimentos alternativos é apenas o começo de uma melhoria nos processos, outras ações de melhorias serão construídas sobre essa base (KOSKELA, 1992).

Serão apresentadas algumas sugestões e recomendações para a aplicação dos princípios da Produção Enxuta ao modelo tradicional de gestão da produção de obras, que se conhece hoje como Construção Enxuta (Lean Construction).

### 2.3 A Nova Filosofia de Produção para a Construção

Construção Enxuta (Lean Construction) é uma nova filosofia de produção para a construção que contrapõe o modelo tradicional. Um de seus marcos iniciais foi a publicação de um relatório técnico chamado “*Application of the New Production Philosophy to Construction*” pelo finlandês Lauri Koskela, na Universidade de Stanford, EUA, em 1992. Com a publicação desse relatório, é lançada as bases dessa nova filosofia de produção adequada à construção civil.

Koskela (1992) afirma que ao contrário dos conceitos tradicionais de produção na construção, a Construção Enxuta entende que além das atividades de conversão, o ambiente produtivo é composto também por atividades de fluxo. Apesar de que somente as atividades de conversão agregarem valor ao processo, o gerenciamento das atividades de fluxo são fundamentais na busca pela redução de desperdícios, melhora do processo de planejamento, controle de produção e aumento da transparência na produção.

Ou seja, a filosofia de construção enxuta assume que um processo é constituído por um fluxo de materiais, que se inicia desde a matéria-prima e se estende até o produto final, sendo composto de atividades de transporte, espera, processamento ou conversão, e inspeção. Essas atividades não agregam valor ao produto final e são denominadas de atividades de fluxo (ISSATO *et al.*, 2000).

A construção enxuta passa a ser uma teoria a respeito do gerenciamento da construção. Embora seja um tema complicado, as inovações dessa nova filosofia podem ser resumidas em três pontos fundamentais (KOSKELA, 1992; SHINGO, 1996; SOUZA, 1997):

- a) abandono do conceito de processo, como modelo de conversão, passando a designar um fluxo de materiais e informações;
- b) análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais e outro, o fluxo de operários;
- c) consideração do valor agregado sob o ponto de vista dos clientes internos e externos, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas, que passa a incluir, também, as atividades que não agregam valor ao produto, como transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho.

Heineck e Machado (2001) entendem com base nas definições apresentadas, que a

melhoria dos sistemas produtivos envolve não só a busca pelo aumento da eficiência das atividades de conversão, mas também considerações sobre os fluxos. Otimizando as atividades de conversão e eliminando algumas atividades de fluxo, exceto aquelas que embora não agreguem valor ao produto final, são necessárias para que as que agreguem efetivamente ocorram.

Os mesmos autores, Heineck e Machado (2001), afirmam que apesar desse modelo de produção enxuta ser pouco utilizado pela indústria da construção, apresenta-se como uma solução bastante adequada para os problemas existentes no setor, em grande parte, devido à sua característica de baixa utilização de tecnologias de hardware e software, no que se refere a máquinas, sistemas de gestão ou de automação, que são trocadas por soluções tecnológicas simplificadas, baseando-se no envolvimento da mão-de-obra.

Entender de maneira correta as características e peculiaridades do setor da construção, bem como o adequado entendimento dos conceitos e estratégias da implementação dos princípios da construção enxuta são fundamentais para que se tenha êxito na aplicação das ações gerenciais propostas por essa filosofia. Koskela (1996) apresenta uma comparação entre o modelo de produção tradicional e a Produção Enxuta, que nos auxilia na busca pela correta compreensão e adoção desse novo modelo de produção como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Produção Tradicional versus Produção Enxuta.

	<b>Filosofia de Produção Tradicional</b>	<b>Filosofia de Produção Enxuta</b>
Conceito de produção	- Produção consistente em conversão. - Todas as atividades agregam valor.	- Produção consistente em conversão e fluxos. - Existem atividades que agregam e atividades que não agregam valor.
Foco de controle	- Custo das atividades.	- Custo, tempo e valor dos fluxos.
Foco de melhorias	- Incremento de eficiência pela implantação de novas tecnologias.	- Eliminação ou redução das atividades que não agregam valor. - Incremento de eficiência em atividades que agregam valor, através de melhorias contínuas e novas tecnologias.

Fonte: Koskela (1996).

Existem visões opostas entre as duas filosofias, enquanto que o modelo de conversão tem o foco voltado para o produto e seu processo produtivo, o modelo de produção enxuta tem uma visão integrada de todo o processo, onde o cliente é a base do sistema. Heineck e Machado (2001) entendem que, de uma maneira geral, o que pode constatar a respeito da nova maneira de administrar a produção, é que se trata de um balanceamento dos esforços de melhoria entre ações voltadas para as conversões e para os fluxos.

Pesquisadores e profissionais da construção possuem o desafio de adaptar e aplicar os princípios da produção enxuta na indústria da construção, buscando assim, um melhor desempenho em seu processo de produção (HEINECK et al., 2004).

Além dos conceitos apresentados, a construção enxuta vale-se de um conjunto de princípios que são interdependentes e que devem ser aplicados de maneira integrada.

#### **2.4 Princípios da Construção Enxuta**

O Pensamento Enxuto (Lean Thinking) apresenta um embasamento conceitual que tem o potencial de proporcionar benefícios, no que se refere a melhoria de eficiência e eficácia de sistemas de produção, por meio da aplicação desses conceitos básicos. No que diz respeito ao desenvolvimento desse trabalho, é interessante apontar como esses conceitos e princípios podem ser adotados através do processo de planejamento e controle da produção. Koskela (1992) propôs onze princípios que são interdependentes e que devem ser aplicados juntos na gestão de processos para a obtenção dos resultados esperados. Esses princípios são:

##### 1) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Koskela (1992) ressalta que as atividades que agregam valor são aquelas que convertem material/informação em produtos que foram exigidos pelo cliente. Enquanto isso, as atividades que não agregam valor são aquelas que levam tempo, recursos e espaços (também entendido como desperdício), mas que não adicionam valor ao produto final.

Existem atividades que não agregam valor ao produto final. Atribuem-se três razões principais: designer, ignorância e a natureza intrínseca à produção. Toda vez que uma tarefa é dividida em subtarefas distintas e que são executadas por profissionais diferentes, aumenta-se atividades que não agregam valor como: inspeção, movimentação e espera. Assim, o designer de organização tradicional contribui para a expansão dessas atividades. A ignorância refere-se a falta de conhecimento ao se planejar um processo de produção sem considerar a

ordem e a interdependência das atividades. É de natureza inerente da produção que o trabalho em processo precise de uma conversão para a seguinte etapa, onde surgem defeitos e até mesmo acidentes (KOSKELA, 1992).

Esse princípio propõe que a eficiência dos processos pode ser melhorada e seus desperdícios reduzidos, não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão de fluxo, mas também pela completa eliminação de algumas atividades de fluxo (ISATTO *et al.*, 2000). O processo de planejamento e controle da produção viabiliza a implementação desse princípio na medida que se procura diminuir as atividades de movimentação, inspeção e espera.

Assim sendo, a elaboração de um arranjo físico do canteiro que reduza as distâncias entre os locais de descarga de materiais e seu local de aplicação, pode diminuir consideravelmente o número de atividades de movimentação (SANTOS, 1999).

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

Conforme Koskela (1992), o valor é gerado por meio da satisfação do cliente, cumprindo seus requisitos e não como um mérito inerente ao processo de conversão. Para cada atividade existente há dois tipos de cliente: o cliente interno, que seria a próxima atividade; e o cliente externo (ou cliente final), que seria aquele cuja as necessidades culminaram na execução do projeto. Em muitos processos, os clientes nunca foram identificados nem seus requisitos devidamente esclarecidos, o que não permite uma otimização de fluxos multifuncionais na organização. Dessa forma, esse princípio propõe realizar um projeto de fluxo sistemático, onde os clientes são identificados para cada um dos estágios e seus respectivos requisitos analisados.

Para que esse princípio seja implementado corretamente, é necessário que haja um mapeamento do processo, onde as necessidades dos clientes são identificadas de maneira sistemática, sejam eles internos ou externos, para cada etapa do processo. Onde os requisitos dos clientes sejam expressamente identificados, esclarecidos e informados aos envolvidos no processo (ISSATO *et al.*, 2000).

## 3) Reduzir a variabilidade

A princípio há duas razões para reduzir ou até mesmo eliminar a variabilidade do processo: a primeira é que, do ponto de vista do cliente um produto uniforme é melhor e mais bem aceito; a segunda razão é que a variabilidade aumenta o volume de atividades que não agregam valor e aumenta o tempo de ciclo. Assim sendo, entende-se que a diminuição da variabilidade dentro dos processos deve ser vista como uma meta constante, buscando reduzir

a incerteza e aumentar a previsibilidade (KOSKELA, 1992).

Formoso (2002) afirma que há diversos tipos de variabilidade envolvidos em um processo de produção:

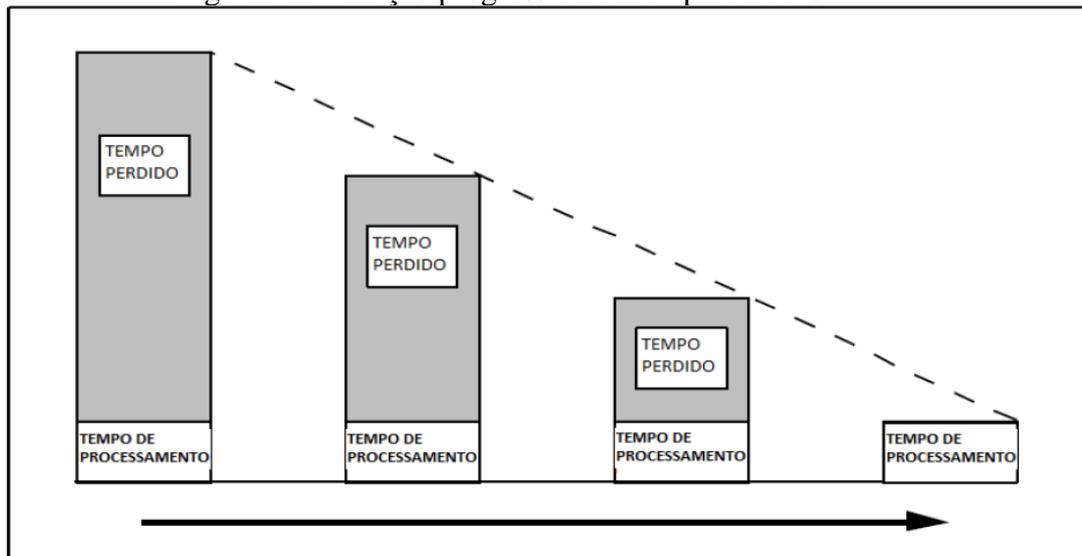
- a) variabilidade nos processos anteriores: está relacionada aos fornecedores do processo. Exemplo: blocos cerâmicos com grandes variações dimensionais;
- b) variabilidade no próprio processo: relacionada à execução de um processo. Exemplo: variabilidade na duração da execução de uma determinada atividade, ao longo de vários ciclos;
- c) variabilidade na demanda: relacionada aos desejos e necessidades dos clientes de um processo. Exemplo: determinados clientes de uma incorporadora solicitam mudanças de projeto da edificação.

O mesmo autor, Formoso (2002), acrescenta ainda que apenas parte dessa variabilidade pode ser eliminada, principalmente por meio da padronização dos processos. Há uma parcela que não pode ser retirada, o que cabe à gerência de produção procurar minimizar os efeitos que são prejudiciais ao processo.

#### 4) Reduzir o tempo de ciclo

Para Koskela (1992), o tempo de ciclo se refere ao tempo necessário para que uma peça atravesse todo o fluxo de produção, ele ainda pode ser entendido como a soma do tempo de processamento, tempo de inspeção, tempo de espera e o tempo de movimentação. A ideia que rege esse princípio é comprimir o tempo de ciclo por meio de sucessivas melhorias no processo, como a elaboração de um planejamento adequado, organização do ambiente de trabalho, execução em paralelo de atividades que fazem parte de um mesmo ciclo e redução da variabilidade. Essa lógica de melhoria contínua é representada na Figura 1.

Figura 1 – Redução progressiva do tempo de ciclo



Fonte: Berliner e Brimson conforme Koskela, 1992.

Alcançando um menor tempo de entrega ao cliente, a gestão dos processos torna-se mais simples, tende-se a aumentar o efeito aprendizagem, a estimativa das futuras demandas é mais acertada e o sistema de produção passará a ser menos vulnerável às mudanças de demanda (ISATTO *et al.*, 2000). Para isso, Moreira e Bernardes (2001) sugerem também que uma outra abordagem desse princípio que pode ser implementada com o auxílio do planejamento refere-se ao ganho obtido através da divisão do trabalho em tarefas ou pacotes de trabalho. Com isso, pode-se procurar estabelecer o pagamento das tarefas por elemento concluído e não por unidade de medição, como o m<sup>2</sup>. Por meio dessa vinculação, procura-se diminuir a ocorrência de retrabalho.

##### 5) Simplificar através da minimização do número de passos e partes

A ideia de simplificar o processo de produção pode ser entendida como a redução do número de componentes de um produto e redução do número de etapas em um determinado fluxo. A simplificação também pode ser executada eliminando atividades que não agregam valor e rearranjando aquelas que efetivamente agregam, além de algumas outras abordagens práticas como: utilização de peças pré-fabricadas, padronização de materiais e ferramentas, uso de equipes polivalentes (KOSKELA, 1992).

Esse princípio normalmente é utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados. Pois, quanto maior for o número de componentes ou etapas de um processo, maior a chance de haver atividades que não agregam valor. Isso acontece em função das tarefas auxiliares que são necessárias na preparação e conclusão de cada passo no processo

(por exemplo, montagem de andaimes, limpeza, inspeção final, etc), e pelo fato de haver grande variabilidade, a interferência entre as equipes tende a aumentar (FORMOSO, 2002).

Moreira e Bernardes (2001) apontam que uma outra maneira de se garantir a adoção desse princípio através do processo de planejamento e controle de produção é alcançada na medida em que se estabelece, durante a etapa de preparação do processo de planejamento, o desenvolvimento da produção em zonas similares de trabalho. Com isso, pode-se garantir uma razoável repetitividade ao processo, o que facilita a identificação e compreensão de possíveis áreas para que seja realizada a simplificação.

#### 6) Aumentar a flexibilidade na execução do produto

O aumento na flexibilidade da produção parece ser contraditório ao princípio de simplificação, no entanto, muitas empresas conseguiram alcançar os dois objetivos simultaneamente. Algumas abordagens práticas que aumentam a flexibilidade incluem: diminuir o tamanho de lotes de materiais para que se possa corresponder à demanda, treinar uma mão-de-obra polivalente e permitir que o processo seja personalizado o mais tarde possível (STALK e HOUT, 1990; CHILD *et al.*, 1991; KOSKELA, 1992).

Slack *et al.* (1997) afirmam que a flexibilidade se trata da capacidade de mudar a operação de alguma maneira. Podendo-se alterar o que a operação faz, como faz ou quanto faz. Fazendo com que a maioria das operações estejam suscetíveis a alterações de modo que satisfaça as exigências dos clientes.

Mediante uma coleta de informações, por parte dos clientes, sobre possíveis alterações no projeto é possível garantir uma certa flexibilidade na produção, haja vista que a mudança acaba acontecendo de maneira planejada. A presença de uma mão-de-obra polivalente, por exemplo, surge como um fator importante para evitar os efeitos dessas incertezas (MOREIRA; BERNARDES, 2001).

#### 7) Aumentar a transparência do processo

“Tornar o fluxo principal de operações, do início ao fim, visível e compreensível para todos os funcionários” (STALK; HOUT, 1989). Segundo Koskela (1992), isso pode ser alcançado fazendo com que o processo se torne diretamente observável por meios organizacionais ou físicos, medições e exibição pública de informações. Algumas práticas que aumentam a transparência incluem as seguintes abordagens: estabelecer tarefas básicas que eliminem a desordem, o método 5-S; tornar o processo facilmente observável, por meio de um

rearranjo do layout do canteiro e aplicação de sinalizações adequadas; adotar informações sobre o processo em áreas de trabalho, ferramentas, materiais e sistemas de informação; utilizar métodos visuais que permitam qualquer pessoa reconhecer imediatamente os padrões e desvios do processo; e por fim, reduzir a interdependência das unidades de produção.

Por meio de diálogos, os trabalhadores envolvidos no processo podem identificar métodos alternativos para o desenvolvimento de um determinado processo e até mesmo alertar os demais colaboradores sobre dificuldades encontradas na realização de suas atividades. Na medida que os trabalhadores tem acesso às informações necessárias ao cumprimento de suas tarefas, suas atividades são desenvolvidas de maneira mais eficiente (GREIF, 1991).

#### 8) Focar o controle no processo global

Koskela (1992) entende que todo o processo de produção deve ser medido e deve haver uma autoridade que controle toda essa cadeia produtiva. Pois, o controle tradicional, focado apenas no controle de etapas do processo, contribui para o surgimento de perdas e atividades que não agregam valor, haja vista que cada nível gerencial tende a melhorar unicamente a sua parcela de trabalho, não levando em consideração o processo como todo.

Desde que haja uma mudança de postura por partes daqueles que fazem parte do processo, no que diz respeito à percepção sistêmica dos problemas, esse princípio pode ser aplicado de maneira coerente. Assim sendo, a integração entre os diferentes níveis de planejamento facilita a adoção deste princípio. Isto explica-se na medida que a análise de repercussão no plano de longo prazo, dos problemas coletados no curto prazo, auxilia a tomada de decisões para o avanço dos processos produtivos (ISATTO *et al.*, 2000).

Como o pensamento enxuto busca primeiro introduzir melhorias nos processos para depois estudar a melhoria nas operações, o foco no controle do processo de maneira global busca a simplificação e a transparência, de modo que possibilite o domínio do processo em seus detalhes, sem que se perca de vista o sistema global de produção (SHINGO, 1996).

#### 9) Estabelecer melhoria contínua no processo

Há diversos métodos que auxiliam na busca pela melhoria contínua, como: a medição e monitoramento da evolução interna da empresa, a definição de metas para a eliminação de estoque e redução do tempo de ciclo, exigir de todos os funcionários uma melhoria constante através de recompensas. Objetivando eliminar a raiz dos problemas ao invés de lidar com seus efeitos (KOSKELA, 1992).

Para Issato *et al.* (2000), o direcionamento de esforços na busca pela redução das perdas tem que ser realizado com a participação das partes envolvidas no processo (equipes de trabalho), que são quem comandam o processo de fato, reforçando essa noção de que o trabalho em equipe e uma gestão mais interativa constituem os requisitos primordiais para a implementação de melhorias no processo. Uma demonstração da importância da comunicação ativa das equipes se dá através da utilização, por exemplo, de sugestões dessas equipes para eventuais melhorias, fazendo uso de seu conhecimento, experiência e visão prática das atividades que exercem.

#### 10) Manter um equilíbrio entre melhoria nos fluxos e nas conversões

Conforme Koskela (1992), a melhoria do fluxo e a melhoria nas conversões estão intimamente interligadas, e isso pode ser entendido da seguinte forma:

- melhores fluxos exigem menos capacidade de conversão e, portanto, menos investimentos em equipamentos;
- fluxos mais controlados facilitam a implementação de uma nova tecnologia de conversão;
- uma nova tecnologia de conversão pode fornecer menor variabilidade e, portanto, benefícios de fluxo;

Percebe-se que é interessante buscar melhorar o processo de fluxo antes de grandes investimentos em novas tecnologias de conversão. “Aprimore os processos existentes em todo o seu potencial antes de projetar novos processos” (BLAXILL e HOUT, 1991; KOSKELA, 1992).

Para que esse princípio seja aplicado é preciso consciência por parte da gerência de produção, de que é necessário atuar nas duas frentes. Eliminando perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo, e então, avaliar a possibilidade de introduzir uma nova tecnologia (ISATTO *et al.*, 2000).

#### 11) Fazer Benchmarking

Esse conceito, também entendido como “referências de ponta”, consiste em um processo de aprendizado tomando como base práticas implementadas por outras empresas, normalmente consideradas líderes em um determinado setor ou segmento específico de produção (ISATTO *et al.*, 2000). Frequentemente, buscar referenciais de ponta é um estímulo

para alcançar melhorias inovadoras por meio de reconfiguração de processos. Koskela (1992) aponta algumas etapas básicas do benchmarking:

- conhecer o processo, avaliar os pontos fortes e fracos dos subprocessos;
- conhecer os líderes ou concorrentes da indústria, e então, entender e comparar as melhores práticas;
- incorporar o melhor, copiar, modificar ou implementar as melhores práticas em seus próprios subprocessos.

Moreira e Bernardes (2001) acrescentam que embora o processo de planejamento possa ser beneficiado com este princípio, nota-se que este pode ser implementando na medida que se busca novos padrões ou meios alternativos de se executar certas operações durante a etapa de preparação do processo.

## **2.5 Planejamento e controle da produção como ferramentas de implementação da Construção Enxuta**

Algumas das técnicas e ferramentas que auxiliam a introdução dos princípios da construção enxuta em empresas construtoras, é o planejamento e controle da produção. Assim sendo, busca-se nesse item demonstrar um modelo de planejamento e controle da produção para a construção.

Para Ackoff (1976) o planejamento pode ser entendido como a “definição de um futuro desejado e de meios eficazes de alcançá-lo”. Entende-se que, inerente ao processo de tomada de decisão está o planejamento, pois é por meio do processo decisório que os alvos planejados são atingidos. E controle pode ser entendido como um processo de supervisão exercido pela gerencia, com fins de verificar os resultados das atividades dos trabalhadores, levando em consideração alguns padrões determinados previamente (SHINGO, 1996).

O Sistema Toyota de Produção preocupa-se com a forte e efetiva ligação da função de planejamento com as funções de controle, execução e monitoramento. Isso é explicitado na medida em que os defeitos são identificados nas fases de execução e controle, suas funções se tornam fundamentais para a redução de problemas operacionais, independente de quão consistente e eficiente tenha sido o planejamento (GHINATO, 1996).

Dentre os avanços nas áreas de planejamento e controle da produção, em empresas de construção, há um método conhecido como Last Planner, proposto inicialmente por Ballard e Howell (1996) nos EUA, como uma filosofia de que busca melhorar o

desempenho do processo de planejamento e controle da produção (PCP) por meio de medidas que protejam a produção contra os efeitos da incerteza. No entanto, apesar de seu sucesso, há a necessidade de mais estudos que permitam o seu desenvolvimento de forma integrada a outros sistemas de controle da empresa, o que melhoraria a compreensão dos requisitos necessários para a sua implementação bem sucedida (BULHÕES *et al.*, 2003).

Nesse sentido, Formoso *et al.* (1999) a partir de pesquisas desenvolvidas pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), desenvolveram um protocolo que contém os principais elementos do método *Last Planner*. Com o objetivo de servir como ponto de partida para que as empresas de pequeno porte do setor desenvolvam seus sistemas de planejamento específicos.

Formoso *et al.* (1999) entendem que “o planejamento é definido como um processo gerencial, que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo somente eficaz quando realizado em conjunto com o controle”. Ou seja, não há controle sem planejamento e este é praticamente inócuo sem a existência daquele.

Laufer e Tucker (1987), com fins de se compreender o conceito de planejamento como processo, propuseram um modelo, representado pela Figura 2, segundo o qual o planejamento é subdividido em cinco etapas principais:

- a) Preparação do processo de planejamento: onde se tem por objetivo a definição de procedimentos e padrões a serem adotados na execução do processo de planejamento, somado a necessidade de uma análise profunda das condições que influenciam as atividades do processo. Entre as decisões tomadas neste estágio pode-se destacar:
  - Definição dos principais envolvidos no planejamento e controle e das responsabilidades de cada um;
  - Níveis hierárquicos a serem adotados e periodicidade dos planos a serem gerados;
  - Nível de detalhe em cada nível de planejamento e critérios de subdivisão do plano em itens;
  - Técnicas e ferramentas de planejamento a serem empregadas.

Figura 2 – Ciclo de Planejamento



Fonte: (LAUFER e TUCKER, 1987 conforme FORMOSO, 1999)

- b) **Coleta de Informações:** a qualidade do processo de planejamento e controle está inteiramente dependente da disponibilidade de informações para aqueles que irão tomar a decisão.

Essas informações podem ser produzidas por diversos setores da empresa e mesmo por outros intervenientes do processo, como clientes, projetistas, subempreiteiros, poder público e consultores. Além de constituir um sistema de literatura especializada.

- a) **Elaboração dos planos:** momento em que o produto do processo de planejamento, ou seja, o plano de obra, é forjado.
- b) **Difusão das informações:** as informações geradas pelo plano de obra precisam ser difundidas entres os seus usuários, bem como diferentes setores da empresa.
- c) **Avaliação do processo de planejamento:** o processo de planejamento necessita ser avaliado de maneira que possibilite a melhoria do processo para empreendimentos futuros, para isso faz-se necessário a utilização de indicadores de desempenho, tanto da produção em si, como do processo.

Por conta da complexidade inerente aos empreendimentos de construção e da grande variabilidade de seus processos, há ainda a necessidade de dividir o planejamento e controle da produção em níveis hierárquicos distintos. De um modo geral, Neale e Neale (1986) conforme Formoso (1999), definem três grandes níveis hierárquicos na gestão de processos:

- a) **Estratégico:** trata da definição dos objetivos do empreendimento, a partir do perfil do cliente, ou do mercado alvo, como definição de prazo da obra, fontes de financiamento, parcerias, etc.

- b) Tático: refere-se à seleção e aquisição de recursos necessários para atingir os objetivos do empreendimento, e a elaboração de um plano geral a utilização desses recursos.
- c) Operacional: aborda a definição detalhada das atividades a serem realizadas, seus recursos e momento de execução.

Pode ser necessário haver, dentro de cada nível hierárquico, subdivisões em outros níveis, a depender da natureza do empreendimento.

Moreira e Bernardes (2001), com base em diversos outros autores, também apresentam uma proposta de planejamento e controle da produção baseados no método Last Planner, e que se relaciona diretamente com os conceitos apresentados no parágrafo anterior.

Essa proposta é dividida em três níveis de planejamento, com diferentes horizontes de tempo: o planejamento de curto prazo, tratado como operacional; o planejamento de médio prazo, tratado como tático, e por fim, o planejamento de longo prazo, tratado como estratégico.

a) Planejamento de longo prazo

Devido à incerteza presente no ambiente produtivo, o plano destinado a um longo prazo de execução deve apresentar baixo grau de detalhes, para que o tomador de decisão não encontre dificuldade em compreendê-las e não gaste muito tempo disseminando e atualizando as mesmas. Neste caso, convém que a programação das atividades deve ser realizada num momento mais próximo da execução, de forma a evitar retrabalhos excessivos durante o processo de planejamento. Ou seja, esse plano descreve todo o trabalho que deve ser executado através de metas gerais, além de servir como base para o estabelecimento de contratos, fornecendo um padrão de comparação no qual o desempenho do empreendimento pode ser monitorado (LAUFER, 1997; TOMMELEIN e BALLARD, 1997).

Uma maneira de elaborar esse plano é a partir de técnicas de programação, desenvolver métodos que informem o início e o fim das atividades, e a duração máxima necessária para a realização da obra, como os diagramas de Gantt, Linha de Balanço, e o método PERT-CPM (TOMMELEIN e BALLARD, 1997; MENDES JR. e HEINECK, 1998).

b) Planejamento de médio prazo

Segundo Formoso (1999), o planejamento de médio prazo é tido como um segundo nível tático, que faz a vinculação entre o plano mestre e os planos operacionais. O planejamento neste nível tende a ser móvel, sendo por conta disso chamado *look ahead planning* (“planejamento olhado para frente”).

À proporção que as atividades no *look ahead* são programadas, estabelece-se um conjunto de ações em favor da disponibilização de recursos necessários para execução dessas atividades. Normalmente, não se faz necessário que todos os recursos estejam disponíveis no canteiro para que uma determinada atividade seja programada neste nível (TOMMELEIN e BALLARD, 1997). De acordo ainda com Ballard (1997), o planejamento de médio prazo pode servir a outras finalidades:

- modelar o fluxo de trabalho, na melhor sequência possível, de forma que facilite o cumprimento dos objetivos do empreendimento;
- facilitar a identificação de carga de trabalho e recursos necessários que atendam o fluxo de trabalho estabelecido;
- ajustar os recursos disponíveis ao fluxo de trabalho definido;
- possibilitar que trabalhos interdependentes possam ser agrupados, de forma que o método de trabalho seja planejado de maneira conjunta;
- auxiliar na identificação de operações que podem ser executadas de maneira conjunta entre as diferentes equipes de produção;
- identificar um estoque de pacotes de trabalho que poderão ser executados caso haja algum problema com os pacotes designados às equipes de produção.

c) Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo (ou operacional) tem a função de dirigir diretamente a execução da obra. Caracteriza-se pela atribuição de recursos físicos (mão-de-obra, equipamentos e ferramentas) às atividades programadas no plano de médio prazo, assim como a subdivisão dessas atividades em porções menores, que são designados por tarefas. Deve-se ter uma grande ênfase no engajamento das equipes com as metas previamente determinadas, sendo por isso chamado na bibliografia de *commitment planning* (“planejamento de comprometimento”), e esse engajamento é alcançado por meio da realização de reuniões periódicas, que podem ocorrer semanalmente e na própria obra, contando também com a participação do gerente da obra, mestre de obras, subempreiteiros e líderes de equipes.

(FORMOSO, 2002).

Entretanto, para que se possa elaborar este plano, alguns requisitos se fazem necessários para que se tenha condições de elaborar planos que sejam atingíveis. Ballard e Howell, 1997, listam os seguintes requisitos:

- adequada definição do tipo e quantidade de material a ser utilizado, para que seja possível a identificação dos trabalhos que foram completados;
- os recursos necessários devem ser disponibilizados quando forem solicitados;
- os pacotes de trabalho devem ser sequenciados de maneira que garanta a continuidade dos serviços desenvolvidos por outras equipes de produção;
- o tamanho dos pacotes de trabalho deve ser correspondente à capacidade produtiva de cada equipe de produção, haja vista que se a tarefa é muito grande, o operário desmotiva-se por não conseguir enxergar o seu término, tampouco associar o seu empenho, com a quantidade de trabalho e a remuneração combinada;
- os atrasos, que eventualmente venham a acontecer, devem ser analisados de modo que se defina ações corretivas necessárias.

- d) Responsabilidade pelo desenvolvimento do planejamento e controle da produção

É comum entender que um funcionário ou departamento seja o único responsável pelo planejamento e controle da produção, no entanto, essa forma de organização tem-se mostrado ineficiente, uma vez que, a pessoa ou setor responsável pelo planejamento não tem poder de decisão para fazer com que seus planos sejam realmente implementados. E por outro lado, a gerência possui esse poder, mas não possui tempo disponível necessário para desenvolver as atividades relacionadas ao planejamento (FORMOSO *et al.*, 1999).

Dessa forma, surge então a necessidade do trabalho em equipe, que incluiria desde a diretoria da empresa até o profissional na ponta das atividades executadas, só assim, a integração do processo de tomada de decisões com as demais atividades envolvidas no planejamento e controle é efetivamente viabilizado. Por exemplo, a diretoria da empresa normalmente tem a importante função de preparar e avaliar o processo, bem como estabelecer critérios para a elaboração do plano de obra. A gerência da obra, por sua vez, deve participar

do planejamento operacional, assim como estimular o comprometimento dos agentes de produção (mestre de obras, subempreiteiros e operários) com os objetivos da produção. Com isso, o engenheiro de planejamento passar a ser o coordenador do processo e não mais o responsável único por sua realização (FORMOSO *et al.*, 1999).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Classificação e estratégia de estudo**

As pesquisas são classificadas com base em seus objetivos gerais, e distribuídas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas (GIL, 2002). Seguindo o entendimento desse autor, esta pesquisa classifica-se como exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, procurando torna-lo mais explícito ou apresentar hipóteses, bem como aprimorar ideias. O planejamento da pesquisa é bastante flexível, de modo que permite a consideração dos mais diversos aspectos relativos ao fato estudado (SELLTIZ *et al.* 1967 apud GIL, 2002).

O estudo de caso foi a estratégia escolhida para o desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que essa modalidade é encarada como a mais adequada para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e contexto não são claramente percebidos. Além do estudo de caso ser uma estratégia que envolva estudos organizacionais e gerenciais, onde o pesquisador, fundamentalmente, procura responder questões associadas a “como” e “por que” os eventos ocorrem (YIN, 2001).

#### **3.2 Delineamento do estudo**

A pesquisa foi desenvolvida em três fases:

- Fase I: Identificação e classificação da empresa para o estudo, por meio de um questionário e observação direta no canteiro, para a descrição de seus processos;
- Fase II: Apresentação dos princípios da Construção Enxuta;
- Fase III: Propor práticas que expressem a adoção dos princípios da Construção Enxuta.

### **3.3 Definição da unidade-caso**

A unidade-caso se refere ao indivíduo inserido em um contexto específico, ou seja, é o que define os limites do objeto de estudo, e os critérios de seleção dos casos mudam conforme os propósitos da pesquisa (GIL, 2002). Segundo o entendimento de Stake (2000) há três modalidades de estudos de caso: intrínseco, instrumental e coletivo. A modalidade que fundamenta esta pesquisa é do tipo instrumental, onde, o propósito é auxiliar no conhecimento ou redefinição de algum problema, o pesquisador não tem interesse específico no caso, mas reconhece que pode ser útil para alcançar determinados objetivos.

Para tanto, o objeto de estudo foi restrito à uma pequena empresa construtora no estado do Ceará, mais especificamente na cidade de Fortaleza, que atua no subsetor de edificações. A finalidade é contribuir com a disseminação do modelo de construção enxuta dentro de micro e pequenas empresas.

### **3.4 Determinação do número de casos**

Os estudos de casos podem ser desenvolvidos com múltiplos ou com um único caso, a depender das características de cada pesquisa. O desenvolvimento desta pesquisa se dará com um único caso, pois, como afirma GIL (2002): “utiliza-se um único caso quando o acesso a múltiplos casos é difícil e o pesquisador tem possibilidade de investigar um deles.” O autor continua ainda dizendo que, nessa hipótese, a pesquisa deve ser reconhecida como exploratória, o que já foi definido anteriormente como sendo a classificação adequada para esta pesquisa.

Dessa forma, escolheu-se uma única empresa construtora localizada na cidade de Fortaleza-CE, que atua no subsetor de edificações, para observar e avaliar as práticas tradicionais de construção ali empregadas, identificar e classificar a empresa em relação ao uso dos princípios apresentados pela filosofia da Construção Enxuta, e, a partir disso, propor aplicações práticas desses princípios no empreendimento.

### **3.5 Elaboração do protocolo e Coleta de dados**

No estudo de caso sempre se utiliza mais de uma técnica para obtenção de dados, o que garante a qualidade dos dados obtidos, e gera resultados que serão provenientes das divergências e convergências das diversas observações obtidas de diferentes procedimentos. Isso confere maior validade ao estudo, pois, evita que ele seja enviesado pela subjetividade do

pesquisador (GIL, 2002). A utilização de fontes de dados distintas constitui o principal recurso de que se vale a pesquisa para conferir sentido a seus resultados. Esses dados podem ser obtidos por meio de análise de documentos, entrevistas, depoimentos pessoais, observação espontânea, observação participante e análise de artefatos físicos (YIN, 2001).

Conforme o entendimento desses autores, para que haja uma maior qualidade dos resultados obtidos, foram utilizadas três técnicas diferentes para a obtenção dos dados: entrevistas com os diversos setores da empresa, observação direta no canteiro de obras e por fim, a aplicação de um questionário.

Segundo Martins (2008), o questionário é considerado um importante instrumento de coleta de dados, constituído por um ordenado e consistente grupo de perguntas, elaboradas em torno de situações e variáveis que se esteja interessado. O autor continua ainda, sugerindo que, deve-se aplicar uma ferramenta já desenvolvida e aplicada, pois, um material que já foi testado garante uma maior confiabilidade aos resultados obtidos.

### **3.5.1 Questionário**

Seguindo esse direcionamento e considerando as questões fundamentais trazidas pela revisão bibliográfica antes realizada, escolheu-se um modelo de questionário desenvolvido por Carvalho (2008) em sua dissertação de mestrado “Proposta de uma Ferramenta de Análise e Avaliação das Construtoras em Relação ao Uso da Construção Enxuta” pela Universidade Federal do Paraná. De posse dessa ferramenta, se obtém recursos eficientes que viabilizam a análise do estado atual das construtoras mediante a filosofia da construção enxuta.

Dessa forma, esse questionário foi a principal ferramenta de coleta de informações, pois, o domínio sobre esse conhecimento é fundamental para traçar as metas e ações voltadas para a implementação do pensamento enxuto. Sem um adequado monitoramento, assume-se o risco de direcionar esforços que possam ir contra as reais necessidades da empresa (CARVALHO, 2008).

Ainda para Carvalho (2008), entende que todas as empresas possuem algum grau de aplicação da filosofia da construção enxuta, sendo apenas não conhecidas pelos integrantes da organização. No modelo desenvolvido na dissertação, o autor divide o questionário em seis seções voltadas às seguintes categorias: diretoria, engenharia, operários, fornecedores, projetistas e clientes. No entanto, a pesquisa aqui desenvolvida adotou apenas os questionários aplicados à diretoria e ao departamento de engenharia.

O questionário foi criado com base nos onze princípios da construção enxuta,

propostas por Koskela (1992), adaptadas em forma de perguntas que buscam extrair informações sobre a presença e eficiência do princípio na empresa. Para cada um dos princípios existem perguntas que vinculam o uso do princípio com o observado na empresa pelos diferentes pontos de vista que compõem a cadeia de valor da construtora. A Tabela 1 mostra a distribuição de perguntas para cada um dos princípios.

Tabela 1 – Relação entre a quantidade de perguntas do questionário com os princípios da Construção Enxuta.

	Princípios, Koskela (1992)	Diretores	Engenheiros
1	Redução de atividades que não agregam valor	4	4
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente	3	3
3	Reduzir a variabilidade	4	4
4	Reduzir o tempo de ciclo	3	3
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	5	3
6	Melhorar a flexibilidade do produto	3	2
7	Melhorar a transparência do processo	3	3
8	Focar o controle no processo global	4	3
9	Introduzir melhoria contínua no processo	4	3
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	5	4
11	Fazer benchmarking	1	1
	Total de Perguntas	39	33

Fonte: Adaptado, Carvalho (2008).

O questionário permite que o entrevistado classifique a empresa de acordo com as características que ele percebe na organização, vinculando o princípio com as funções exercidas por cada entrevistado no contexto da empresa. A classificação varia entre 0 (zero) e 3 (três), ou seja, uma escala com número par, 4 (quatro), com a intenção de evitar que o entrevistado inconscientemente indique a classificação com o nível intermediário. A Figura 3 apresenta a classificação que o respondente deve realizar.

Figura 3 – Níveis de classificação do questionário.

Nível 0 = o princípio não está presente ou há grandes inconsistências em sua implementação.

Nível 1 = o princípio está presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação.

Nível 2 = o princípio está totalmente presente e efetivamente implementado.

Nível 3 = o princípio está totalmente presente, efetivamente implementado e exibe melhorias na sua execução, nos últimos 12 meses

Fonte: Adaptado, LUCATO *et al.* conforme Carvalho (2008).

Assim, é possível avaliar quais os princípios a serem melhorados e quais são aqueles que ela possui um desempenho satisfatório. Essa avaliação se dará por meio de uma média aritmética dos resultados obtidos, a partir da escala apresentada que varia de 0 (zero) a 3 (três). A equação 1 apresenta a média aritmética utilizada no questionário para avaliar as construtoras mediante à filosofia da Construção Enxuta.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que:

$x_1, x_2 \dots x_n$  = grau de avaliação das perguntas relacionadas ao princípio;

$n$  = número de perguntas realizadas.

Entende-se que todos os princípios possuem a mesma importância, dessa forma, considerou-se pesos iguais para todos os princípios e para todas as perguntas. Os resultados obtidos são apresentados em percentuais de desempenho, assim, chega-se a uma conclusão sobre o valor percentual de desempenho em relação à Construção Enxuta, informando que, quanto maior esse valor melhor será seu desempenho. A Tabela 2 apresenta os critérios de classificação de desempenho.

Tabela 2 – Classificação da empresa de acordo com o nível de Construção Enxuta

Nível	Subnível	Percentual	Característica
A	AAA	95% a 100%	Busca pela perfeição na construção enxuta
	AA	90% a 94%	
	A	85% a 89%	
B	BBB	80% a 84%	Consciência e aprendizado enxuto
	BB	75% a 79%	
	B	70% a 74%	
C	CCC	65% a 69%	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta
	CC	60% a 64%	
	C	55% a 59%	
D	DDD	50% a 54%	Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta
	DD	45% a 49%	
	D	0 a 49%	

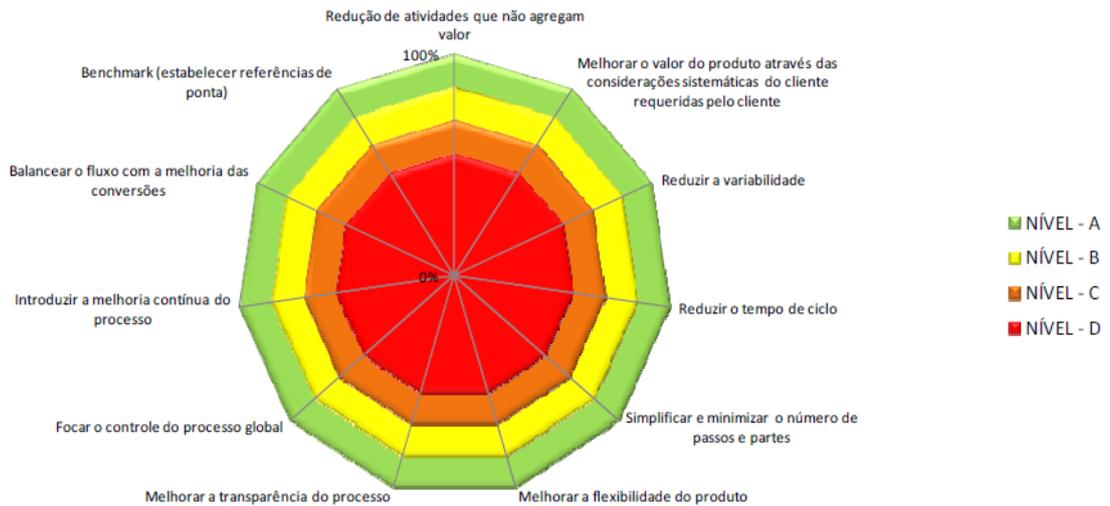
Fonte: Adaptado, HOFACKER *et al.* (2008) conforme Carvalho (2008).

Essa mesma avaliação pode ainda ser representada na forma do gráfico do tipo Radar Preenchido, que pode ser encontrado em diversos softwares de planilhas eletrônicas. O Radar Preenchido está dividido em 4 (quatro) partes, dispostas da seguinte forma:

- Nível A (85% a 100%)
- Nível B (70% a 84%)
- Nível C (55% a 69%)
- Nível D (0% a 54%)

A figura 4 apresenta os mesmos níveis da Tabela 2, no entanto, com um menor grau de detalhamento. Cada um dos níveis está relacionado à uma cor, que, facilita o entendimento dos dados obtidos, agilizando o processo. Dessa forma, a cor verde refere-se ao nível “A”, a cor amarela refere-se ao nível “B”, a cor laranja ao nível “C” e a cor vermelha ao nível “D”.

Figura 4 – Modelo para avaliação do uso da Construção Enxuta pelas construtoras por meio do gráfico tipo radar preenchido.



Fonte: Carvalho (2008).

### 3.5.2 Observação direta no canteiro

Um outro método utilizado para a obtenção dos dados, foi a observação direta no canteiro de obras, pois se entende que, os fenômenos de interesse estão diretamente ligados aos comportamentos e condições desse ambiente. Yin (2001) afirma que a observação direta é útil para se obter informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado, pois, revela alguns comportamentos relevantes e condições ambientais inerentes ao setor. Ainda conforme mesmo autor “se o estudo de caso for sobre uma nova tecnologia, observar essa tecnologia no ambiente de trabalho prestará uma ajuda inestimável para se compreender os limites ou os problemas desta nova tecnologia”.

Entendendo a Construção Enxuta como uma nova tecnologia de planejamento e controle de produção, essa fonte de evidência auxilia na validação da pesquisa. Assim, durante essa fase da pesquisa, foram feitos registros fotográficos com o objetivo de transmitir as características importantes à observadores externos.

Realizou-se quatro visitas à obra em estudo, onde faziam-se presente os dois engenheiros gestores da obra que se disponibilizaram em acompanhar todo o processo e colaborar no esclarecimento de dúvidas que viriam a surgir.

### **3.5.3 Entrevistas**

Yin (2001) afirma que, as entrevistas são uma das fontes de informações mais importantes para um estudo de caso, pois, como fazem parte do cotidiano do objeto em estudo, se tornam informantes-chave, uma vez que, os respondentes podem apresentar suas próprias interpretações de determinados acontecimentos e sugerir fontes nas quais pode-se buscar novas evidências corroborativas. Assim, serão realizadas entrevistas com o objetivo de descrever a empresa e seus processos, e dessa forma, auxiliar na classificação da empresa referente ao uso da Construção Enxuta.

As entrevistas foram realizadas em três momentos distintos de maneira semiestruturada, método mais espontâneo, onde se fez somente algumas perguntas predeterminadas e o restante da conversa se deu sem planejamento prévio, interrogando diretamente o diretor da empresa e os dois engenheiros responsáveis pela gerência e execução da obra estudada.

Primeiramente entrevistou-se o diretor da empresa com o objetivo de descrever a empresa bem como a obra em questão, onde perguntou-se a quantidade de funcionários que a empresa possuía, as obras existentes em seu portfólio, características e particularidades da obra estudada e há quantos anos a empresa atuava no setor da construção civil. Em outros momentos, durante as visitas à obra, realizou-se entrevistas e conversas com os dois engenheiros responsáveis pela obra e com o mestre de obras, visando obter dados e informações do ponto de vista dos envolvidos no processo que se relacionassem com os resultados do questionário. E por fim, ouviu-se da direção e engenharia da empresa a respeito dos resultados alcançados com o questionário e a possibilidade da implementação das sugestões de melhorias apresentadas.

### **3.6 Análise dos dados**

A análise de dados ocorreu de maneira qualitativa, como descrito no item “Classificação e estratégia de estudo”, classificando a empresa com base nas fontes de dados indicadas, sendo elas: entrevistas, observação direta e aplicação de um questionário. Com o objetivo de avaliar a empresa frente ao uso dos princípios da Construção Enxuta, e, após adequada classificação, direcionar esforços em direção às reais necessidades da empresa.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Descrição da empresa e do empreendimento**

A empresa objeto do estudo possui uma equipe de colaboradores integrada por oitenta funcionários, o que a classifica como “pequena empresa” segundo o critério do Sebrae, que utiliza o número de empregados do IBGE como metodologia de classificação do porte das empresas, para fins bancários, ações de tecnologia, exportação e outros. A empresa atua no mercado da construção civil desde 2013, na execução de empreendimentos residenciais e de obras públicas. Não possui certificado de qualidade e apresenta pouco conhecimento a respeito do modelo de gestão da Construção Enxuta.

Atualmente a empresa executa três Centros de Educação Infantil, um em fase de acabamento e os outros dois na etapa de infraestrutura, todos localizados na cidade de Fortaleza. Ostenta ainda em seu portfólio a entrega de diversos condomínios residenciais, arenas poliesportivas, e reformas em prédios da Prefeitura de Fortaleza.

Dentre essas obras em execução, foi permitido a realização do estudo no canteiro de obras de um dos Centros de Educação Infantil, que estava na fase de infraestrutura. A edificação é um projeto padrão desenvolvido para o Programa Proinfância do Ministério da Educação, possui uma área construída de 1.317,99 m<sup>2</sup> e uma área de ocupação de 1.514,30 m<sup>2</sup> sobre um terreno de 2.400,00 m<sup>2</sup> (40x60). Planta baixa da edificação encontra-se em anexo.

### **4.2 Exposição dos princípios da Construção Enxuta à empresa**

Antes que fosse realizado o questionário aos setores de interesse deste estudo, entendeu-se como necessário apresentar e expor os onze princípios propostos por Koskela (1992) à empresa, para que essa pudesse compreender adequadamente os termos a serem utilizados, ajudando no momento de responder às perguntas realizadas. A reunião se deu na sala da diretoria, e consistiu em uma apresentação simples dos princípios, a identificação e discussão da utilização e aplicação deles.

Alguns conceitos já eram conhecidos pela empresa, outros foram apresentados pela primeira vez, seguindo as definições expostas por Koskela (1992), fazendo com que os envolvidos conseguissem compreender todos os princípios. Assim, conseguiu-se identificar e suprimir possíveis dificuldades que poderiam surgir na aplicação do questionário.

### 4.3 Apresentação dos resultados

Diante do questionário aplicado à diretoria e ao departamento de engenharia da empresa, referente as práticas de gestão adotadas na empresa, procedeu-se a avaliação. Com os resultados conseguiu-se desenvolver tabelas e gráficos radares que demonstram a situação da empresa quanto à aplicação dos princípios da Construção Enxuta.

O questionário foi aplicado ao diretor da empresa e um engenheiro civil, gestor da obra estudada, totalizando duas pessoas. Escolheu-se essas pessoas pois o autor enxerga que as atividades realizadas nesses setores representam as características de gestão da empresa.

Tabela 3 – Avaliação dos princípios da construção enxuta realizada com à diretoria da empresa

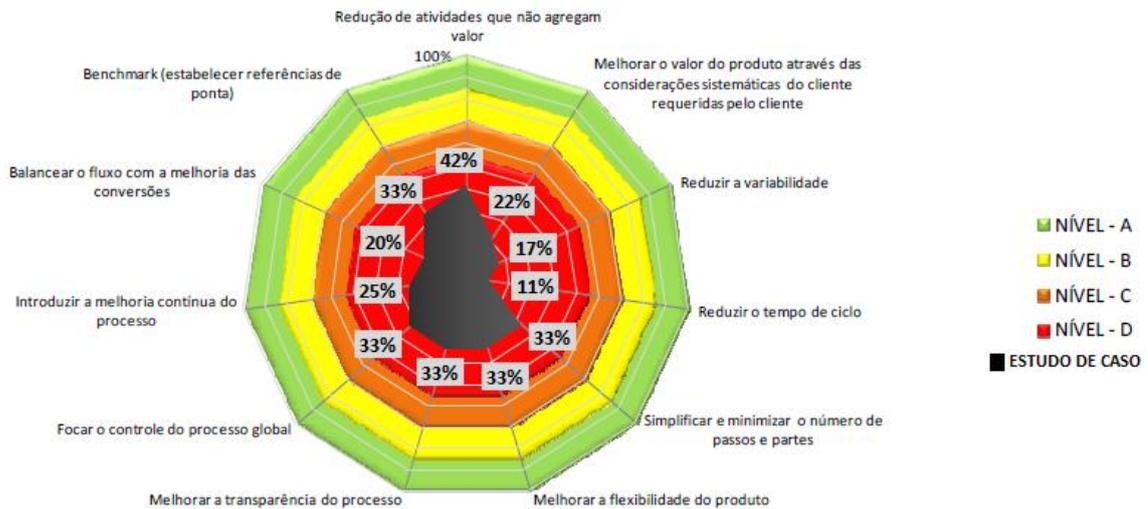
<b>Resultado questionário - Diretoria</b>				
	<b>Princípios da construção enxuta (Koskela, 1992)</b>	<b>Avaliação por princípio</b>		<b>Nível</b>
		<b>(0 a 3)</b>	<b>(%)</b>	
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	1,25	42%	D
2	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	0,67	22%	D
3	Reduzir a variabilidade	0,5	17%	D
4	Reduzir o tempo de ciclo	0,33	11%	D
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	1	33%	D
6	Aumentar a flexibilidade de saída	1	33%	D
7	Aumentar a transparência do processo	1	33%	D
8	Focar o controle no processo global	1	33%	D
9	Introduzir melhoria contínua no processo	0,75	25%	D
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	0,6	20%	D
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	1	33%	D
<b>Avaliação global (0 a 3)</b>		<b>0,83</b>		
<b>Percentual enxuto</b>		<b>28%</b>		
<b>Nível de desempenho</b>		<b>D</b>		
<b>Características observadas</b>		<b>Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta.</b>		

Fonte: Autor

A Tabela 3 apresenta um grupo de informações que caracteriza uma conjuntura alarmante das práticas de gestão da diretoria da empresa quando julgada sob os critérios da filosofia da Construção Enxuta. Onde todos os princípios avaliados foram classificados como nível D, nível considerado mais precário de desempenho, deixando bastante explícito que a empresa possui baixo foco em melhorias, e, conhecimento nulo a respeito da Construção Enxuta, como apresenta a média global de 0,83 e percentual enxuto de apenas 28%, resultando também em um nível D no desempenho global.

A Figura 5 apresenta o radar preenchido conforme informações da Tabela 3, facilitando o entendimento dos dados obtidos e agilizando o processo.

Figura 5 – Avaliação com diretoria da empresa em gráfico radar preenchido



Fonte: Autor

A avaliação obtida com a diretoria da empresa, Figura 5, apresenta o uso de um modelo bastante tradicional de gestão em uma construtora, mas também muito precário, visto que, há pouca busca pela inovação no corpo diretor, o que reflete em toda a empresa. Observa-se que a empresa enxerga a presença dos princípios, porém, reconhece que há inconsistências em sua implementação.

Apenas o princípio da redução de atividades que não agregam valor apresenta porcentagem mais acentuada, 42%, em comparação com os demais, porém, essa condição quando não aliada a um adequado sistema de gestão, pode não gerar os resultados esperados, uma vez que, a empresa tem dificuldades na estruturação da cadeia de valor, gerando desordem e dificultando a realização de um planejamento e controle da produção que traga esses resultados.

A Tabela 4 apresenta os resultados da avaliação junto ao departamento de engenharia da empresa. Foi possível ratificar a baixa presença de práticas que levem consideram os princípios da Construção Enxuta. Esse setor, como a diretoria, busca reduzir a parcela de atividades que não agregam valor, com o diferencial de um melhor desempenho na procura por aumentar o valor do produto através da consideração dos clientes, reduzir o tempo de ciclo e, manter o equilíbrio entre melhoria nos fluxos e conversões.

Tabela 4 – Avaliação dos princípios da construção enxuta realizada junto ao departamento de engenharia da empresa.

<b>Resultado questionário – Dep. Engenharia</b>				
<b>Princípios da construção enxuta (Koskela, 1992)</b>		<b>Avaliação por princípio (0 a 3) (%)</b>		<b>Nível</b>
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	1,5	50%	DDD
2	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	1,67	56%	C
3	Reduzir a variabilidade	1	33%	D
4	Reduzir o tempo de ciclo	1,33	44%	D
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	0	0%	D
6	Aumentar a flexibilidade de saída	0	0%	D
7	Aumentar a transparência do processo	0,33	11%	D
8	Focar o controle no processo global	0,67	22%	D
9	Introduzir melhoria contínua no processo	0,33	11%	D
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	1,75	58%	C
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)	0	0%	D
<b>Avaliação global (0 a 3)</b>		<b>0,78</b>		
<b>Percentual enxuto</b>		<b>26%</b>		
<b>Nível de desempenho</b>		<b>D</b>		
<b>Características observadas</b>		<b>Baixo foco em melhorias Conhecimento nulo sobre construção enxuta.</b>		

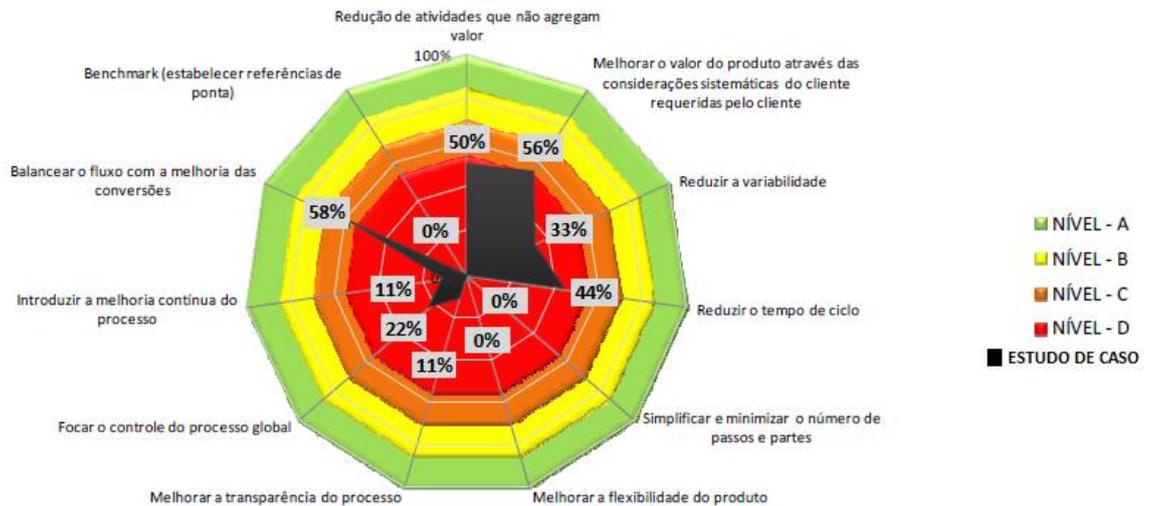
Fonte: Autor

No entanto, apresenta a inexistência ou grandes inconsistências na implementação dos princípios 5, 6 e 11, que tratam a respeito da simplificação através da redução de número

de passos, do aumento da flexibilidade de saída e da busca por estabelecer referências de ponta.

A Figura 6 apresenta os dados através do radar preenchido, onde pode-se analisar o resultado de maneira prática e constatar o desempenho da empresa individualmente em cada um dos princípios.

Figura 6 – Avaliação com a Engenharia da empresa em gráfico Radar Preenchido



Fonte: Autor

O departamento de engenharia reconhece que, apesar de haver o interesse e a intenção de atingir os resultados propostos pela filosofia da Construção Enxuta, visto que, são notoriamente benéficos para toda a cadeia de valor da empresa, não há esforços práticos na mudança de comportamento voltadas para a implementação de práticas enxutas com fins de aprimorar os métodos de gerenciamento. A ferramenta mapeamento de fluxo de valor é um exemplo de como aprimorar os métodos gerenciais, tendo sido aplicada nos trabalhos de Saurin (2000); Sales *et al.* (2003) e Milano e Fontanini (2012), e atingiram resultados como, a redução no tempo de espera por equipamento/material, a exclusão de transportes inapropriados e atividades que não agregam valor.

Segundo um dos engenheiros da empresa, o atual modelo tradicional de gestão está bastante “enraizado” nas engrenagens do setor da construção civil, visto que, se trabalha dessa forma há bastante tempo e toda a estrutura de negócios se adaptou a esse padrão, desde empresários que trabalham há anos no ramo, até operários e fornecedores. Para Formoso (2002), o habitual modelo de gestão enxerga a produção somente como um conjunto de atividades de conversão, onde insumos são transformados em produtos, não levando em consideração as atividades de fluxo, como espera, inspeção e transporte, que são as bases do aperfeiçoamento

da mentalidade enxuta.

Por meio das entrevistas realizadas com a diretoria da empresa e com o departamento de engenharia, constata-se também que, não há busca para melhorar a questão da transparência das atividades (princípio 7) e falta domínio sobre o processo global (princípio 8), visto que, não é seguido nenhum planejamento formal. Não existe nenhum tipo de incentivo à melhoria contínua, como cursos, reuniões periódicas ou troca de informações com empresas de ponta que atuam no mesmo setor de produção. Há apenas uma esquematização simples do andamento dos trabalhos da obra, com os serviços que serão executados em um mês, com a finalidade de buscar aumentar a produção, reduzir o tempo de ciclo e realizar o respectivo balanço financeiro.

Procurando constatar e estabelecer relação com os resultados obtidos através da aplicação do questionário, praticou-se também visitas ao canteiro de obras, Figura 7. Dessa forma, foi possível obter informações adicionais sobre a obra, colhendo informações relevantes e analisando as condições ambientais que estão diretamente ligadas aos fenômenos de interesse.

Figura 7 – Canteiro de obras sem baias de agregados



Fonte: Autor

Na Figura 7 verifica-se um exemplo da falta de um local adequado para o armazenamento de materiais, como baias de agregados, que acabam por gerar dificuldades no fluxo de trabalho, visto que, esses insumos encontram-se no meio das vias de circulação do canteiro. Essa situação é uma amostra evidente da falta de implementação do princípio 4, que trata a respeito da redução do tempo de ciclo, como organizar o ambiente de trabalho de tal

modo que se reduza o tempo de espera e de movimentação. A Figura 8 também representa a ausência do princípio 1, visto que o atual cenário produz parcelas de atividades que não agregam valor ao produto, pois, com a falta de uma logística interna, gera-se atividades de fluxo desnecessárias e inconvenientes.

Figura 8 – Aço armazenado de maneira incorreta.



Fonte: Autor

Na Figura 8 verifica-se o acúmulo incorreto das barras de aço, que influencia negativamente na qualidade, durabilidade, e conseqüentemente no desempenho da obra. Observa-se o contato direto das barras com o solo, a exposição em local aberto, sem proteção contra às ações do sol, chuva, e excesso de umidade. Além de não ter separação do aço por bitola, o que dificulta a identificação no momento de escolher as barras para corte e dobra.

A Figura 9 mostra um método de produção de concreto ainda bastante manual, utilizando-se uma betoneira simples de 400 litros e peneira manual. Conforme o tamanho da obra e quantidade de concreto necessária para a execução dos elementos estruturais, 146 m<sup>3</sup>, conforme planilha orçamentária, esse método de fabricação de concreto atrasa a obra, devido ao tempo gasto para produzir uma pequena quantidade de concreto.

São essas condições de trabalho que dificultam a melhoria contínua, servindo de base para má condições de operação do almoxarifado, visto que, um espaço mal organizado

piora a estocagem, prejudica os meios de movimentação e aumenta as perdas e extravios, afetando os custos de materiais, que irão impactar no preço do produto final.

É importante que uma empresa busque métodos de armazenamento que permitam estocar matérias primas, peças que estão sendo processadas e produtos acabados, acelerando o ritmo de trabalho através do aumento de produtividade. Além disso, é essencial estabelecer métodos de armazenamento que reduzam os acidentes de trabalho, tragam menor desgaste aos profissionais e aos equipamentos, causando menos problemas administrativos.

No que se refere à introdução de novas tecnologias no canteiro de obras, é inegável que, a racionalização e automação dos processos no desenvolvimento da obra, resultem em grande eficiência. Haja vista que, gera significativa diminuição do cronograma, reduz custos, aumenta o controle da qualidade, reduz desperdícios de materiais, diminui demanda por mão de obra, e, melhora o planejamento da execução.

Figura 9 – Produção de concreto realizada de modo bastante manual.



Fonte: Autor

Na Figura 10 observa-se a quantidade de retrabalhos que foram necessários em função de erros de execução, onde uma alvenaria que deveria ter sido executada com os tijolos na horizontal, espessura de 19 cm, foi executada com os tijolos na vertical, espessura de 9 cm, causando divergências conforme o projeto arquitetônico. Fica bastante evidente a quantidade de tempo e de materiais dispersados, primeiro para executar a alvenaria errada, depois desfazer e fazer novamente. Sendo este apenas um exemplo de outras situações em que foram observados a necessidade de retrabalhos no decorrer das visitas à obra.

Figura 10 – Reexecução de alvenaria de vedação



Fonte: Autor

Outra falha identificada conforme as informações obtidas nas entrevistas e visitas foi a ausência de padronização dos processos de produção (princípio 3), posto que, cada profissional responsável por uma frente de trabalho, adequava as tarefas a serem executadas à sua prática de rotina. Isso explica a quantidade de retrabalhos observadas, reforçada também pela falta de preocupação com as exigências dos profissionais que executarão as atividades subsequentes, ou clientes internos, como entende a filosofia da Construção Enxuta.

Destaca-se também que a empresa realiza no momento deste estudo, outros dois Centros de Educação Infantil de mesmo modelo deste que foi escolhido. No entanto, não foram observadas reuniões, planejamentos e controles de produção que juntassem e envolvessem os responsáveis técnicos por cada uma dessas obras, com fins de elaborar e aplicar planos de obra similares, visto que, por se tratar da mesma edificação, seria possível a criação de referências internas nos processos construtivos, de modo a evitar erros e consequentes retrabalhos.

De posse dos dados alcançados por meio do questionário, das visitas e entrevistas realizadas, foi possível elaborar e propor práticas que expressassem a adoção dos princípios da Construção Enxuta, com base nos materiais revisados, como dissertações de mestrado, artigos científicos, trabalhos de conclusão curso e livros, reunidos e demonstrados em revisão bibliográfica realizada.

#### 4.4 Propostas de melhorias

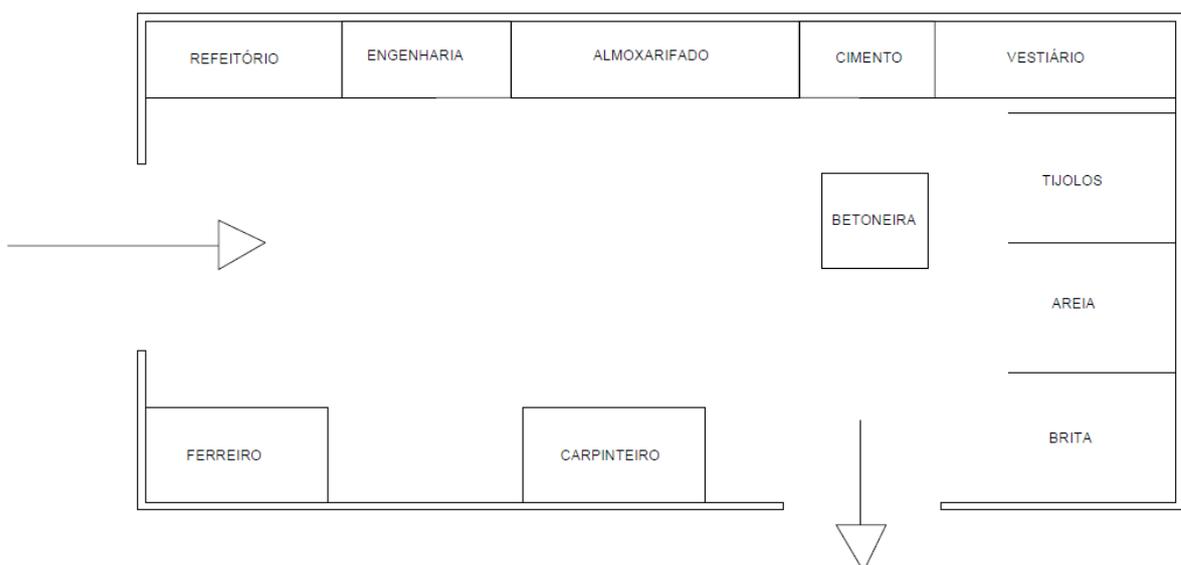
Entendendo que a empresa possui baixíssimo grau de aplicação da filosofia da Construção Enxuta, nível D, resolveu-se apresentar recomendações que envolvessem todos os onze princípios propostos por Koskela (1992), formando assim, uma proposta de implementação da filosofia mais abrangente e que pudesse auxiliar a empresa de maneira mais eficaz e eficiente.

##### a) 01 – Reduzir parcelas de atividades que não agregam valor

A empresa possui uma má configuração na organização do canteiro de obras, entende-se como imprescindível a implementação de um novo layout do canteiro, com um arranjo físico harmonioso e que identifique adequadamente a entrada, saída, carga e descarga de materiais, vias de movimentação e locais específicos para o armazenamento de materiais.

A Figura 11 apresenta uma proposta de layout de canteiro que possui uma configuração organizacional bastante simples, contudo, fazendo adequado uso do espaço disponível, ajustando-se à realidade da empresa, consegue criar uma logística interna que minimiza as distâncias entre os insumos, equipamentos e áreas de utilização. Por consequência, reduz atividades que não agregam valor e as atividades de fluxo são reduzidas.

Figura 11 – Proposta de layout de canteiro de obras.



Fonte: Autor

**b) 02 – Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente**

Existem duas definições de clientes, os internos e os externos, conforme Koskela (1992). Os internos seriam os profissionais que executarão a próxima atividade de uma tarefa e o externo, por se tratar de uma obra pública, seria a Prefeitura, representada pelo fiscal da Secretaria de Infraestrutura. Para atender a esse princípio, propõe-se primeiramente um mapeamento do processo, para que os requisitos dos clientes sejam devidamente informados e identificados aos envolvidos de cada uma das etapas. Para os clientes internos é interessante idealizar um grau de tolerância de aceitação dos serviços executados, para que possa ser liberado para a fase seguinte, ou para o cliente interno seguinte. Dessa forma, deixa-se esclarecido os requisitos a serem alcançados.

Considerando o cliente externo, o fiscal da prefeitura, que possui necessidades previamente estabelecidas, propõe-se reuniões semanais de planejamento de obra, visando garantir essas necessidades, como: o prazo da obra prevista em licitação, qualidade na execução dos serviços, aplicar em obra materiais especificados em projeto, entre outros. Com a realização de reuniões semanais, ao invés de mensais como é atualmente, fica mais simples a análise por ambas as partes, podendo definir pacotes de serviços semanais e ao fim conferi-las conforme exigências do fiscal, ou cliente final. Dessa forma, pode-se garantir que se está agregando valor ao produto segundo as necessidades do cliente, haja vista que, esse poderá acompanhar o produto com mais frequência e proximidade.

**c) 03 – Reduzir a variabilidade**

Para Formoso (2002) há diversos tipos de variabilidade envolvidos em um processo de produção e apenas uma parte dessa variação pode ser eliminada, principalmente por meio da padronização dos processos. Dessa forma, recomenda-se a padronização dos serviços por meio da implementação de treinamentos e cursos de capacitação que venham a garantir um modelo normatizado na execução das atividades, haja vista que, é comum o profissional que executará um serviço o adeque às suas práticas de rotina.

Isso pode se tornar um contratempo, por se tratar de um conhecimento que pode variar de um profissional para o outro, muitas da vezes puramente empírico, adquirido por meio de diferentes fontes, ao longo de anos de trabalho em diferentes regiões e empresas. Assim sendo, o autor entende que, a adoção de treinamentos e capacitação da mão de obra são fatores chaves em busca da redução da variabilidade, de desperdícios e gera consequente aumento nos

níveis de segurança.

#### **d) 04 – Reduzir tempo de ciclo**

Ainda para Koskela (1992) o tempo de ciclo pode ser entendido como a soma do tempo de processamento, tempo de inspeção, tempo de espera e tempo de movimentação. E buscar comprimir esse tempo de ciclo por meio de sucessivas melhoras é o que rege esse princípio. Logo, definir lotes de tarefas menores torna a produção mais estável e menos vulnerável às mudanças, pois, com pequenos lotes de tarefas se obtém um menor grau de complexidade, tornando mais eficiente o planejamento e controle da produção e facilitando o desenvolvimento de melhorias.

Considerando que os profissionais estarão envolvidos em atividades específicas, espera-se que, com a redução da incidência de sobreposição de tarefas, haverá um menor índice de erros, evitando retrabalhos e conseqüentemente, novos tempos de ciclos. Além disso, pode-se estabelecer pagamentos das tarefas por elemento concluído e não por unidade de medição, como o m<sup>2</sup>, gerando mais um estímulo na diminuição da ocorrência de retrabalhos, como sugerem (MOREIRA; BERNARDES, 2001).

#### **e) 05 – Simplificar através da minimização do número de passos e partes**

Com o intuito de focar na redução de componentes e etapas de um determinado serviço, é importante implementar práticas que simplifiquem os processos de produção. Levando em consideração e mediante informações constatadas no canteiro de obras, recomenda-se que a empresa opte por adquirir aço que já venha cortado e dobrado do fornecedor, sendo necessário realizar em obra somente a montagem das peças estruturais e eliminar uma etapa do processo que não agrega valor.

Outra sugestão é implementar o uso de elementos pré-fabricados, como vergas, que permite o pedreiro apenas ter que posicioná-la no local e continuar com a execução de alvenaria, sem interromper o processo de produção. Além disso, recomenda-se a utilização ou formação por meio de cursos de capacitação, de equipes polivalentes, diminuindo o número de funcionários especializados.

#### **f) 06 – Aumentar a flexibilidade na execução do produto**

Busca-se para esse princípio a possibilidade de mudar características dos produtos a serem entregues, conforme desejo do cliente, sem gerar expressivo aumento nos custos

produção. Como o sistema construtivo empregado na obra em questão não permite mudanças no layout da edificação sem gerar custos consideráveis, entende-se que, a implementação do sistema BIM (Building Information Modeling), ou Modelo de Informação da Construção, é bastante adequado para alcançar o ideal proposto. Haja vista que, o BIM possibilita a virtualização e modelagem da edificação, trazendo informações técnicas, permitindo que diferentes profissionais avaliem e colaborem no processo de produção durante toda as fases de execução do edifício. Dessa forma, o cliente consegue identificar interferências e incompatibilidades que o permite propor mudança ou ajustes, antes mesmo que as etapas de interesse sejam concluídas. Esses ajustes quando corretamente identificados com adequada antecedência podem resultar em uma considerável economia financeira e evita a necessidade de retrabalhos.

#### **g) 07 – Aumentar a transparência do processo**

Para aumentar a transparência do processo, visando identificar todos os possíveis erros de execução e tornar o fluxo de operações visível e compreensível para todos os funcionários, é importante dispor todas as informações necessárias. Dessa forma, sugere-se que a empresa aplique o programa 5S como forma de alcançar melhorias na organização e limpeza dos equipamentos e padronizar a utilização desses equipamentos e da execução de atividades.

Esse sistema tem origem japonesa e consiste na aplicação de cinco sentidos de organização do ambiente de trabalho, são eles: Senso de Utilização; Senso de Organização; Senso de Limpeza; Senso de Saúde; Senso de Disciplina.

O programa 5S, Figura 12, busca estabelecer uma gestão democrática, por meio do envolvimento de todos os funcionários, proporcionando um ambiente de trabalho mais harmônico de melhor qualidade (CORDEIRO, 2013).

Nota-se que os resultados da adequada implantação do 5S gera uma conseqüente evolução da transparência do processo, indo ao encontro do que idealiza o princípio 7 conforme Koskela (1992). Para facilitar o método de aplicação desse programa por parte da empresa, recomenda-se a leitura do estudo “Implantação do programa 5S em um canteiro de obras: um estudo de caso em Itabuna (BA)” (ANJOS; OLIVEIRA, 2018).

Figura 12 – Programa 5S



Fonte: [www.logisticosoficial.com](http://www.logisticosoficial.com)

#### h) 08 – Focar o controle no processo global

Conforme Koskela (1992) deve existir uma autoridade global que controle toda a cadeia produtiva, pois, tradicionalmente foca-se apenas nas etapas do processo, contribuindo para surgimento de perdas e de atividades que não agregam valor, visto que, cada nível gerencial busca melhorar apenas a sua parcela de trabalho, não pensando no processo como um todo. Assim, considerando o diretor da empresa como essa autoridade global, sugere-se que este implemente uma técnica que se percebeu não estar presente na gestão da empresa, denominada de “Linha de Balanço”, que tem como objetivo planejar e organizar as partes da obra ao longo do tempo, deixando claro os padrões de repetição de serviço que a obra possui.

Essa técnica possibilita que o diretor da empresa, tenha uma visão ampla e simples do que está sendo executado e que ainda será praticado, entregando informações que podem ser utilizadas para melhorar a produtividade e qualidade das atividades realizadas no canteiro de

obra.

Shingo (1996) afirma que o foco no controle do processo de maneira global busca a simplificação e transparência, de tal modo que, possibilite o domínio de seus processos em seus detalhes, sem que se perca de vista o sistema global de produção. Assim, como a Linha de Balanço é uma ferramenta que possui uma apresentação que facilita o entendimento da sequência lógica de execução dos serviços e o seu andamento, a técnica é sugerida como um recurso para atingir um planejamento estratégico e operacional.

#### **i) 09 – Estabelecer melhoria contínua no processo**

Entendendo que os profissionais responsáveis por toda a parte operacional da obra (pedreiros, carpinteiros, ferreiros, serventes, etc.) são quem de fato comandam o processo, e que possuem o conhecimento empírico do processo produtivo, é razoável afirmar que esses são elementos chaves na busca pela melhoria contínua. Sugere-se que a empresa envolva as equipes de trabalho nessa busca, através de reuniões constantes, onde estes possam apresentar sugestões de eventuais melhorias, fazendo adequado uso de seus conhecimentos práticos.

Além disso, a empresa pode adotar meios de monitorar sua evolução, como indicadores de desempenho e relatórios de não-conformidade.

#### **j) 10 – Manter um equilíbrio entre melhoria nos fluxos e nas conversões**

As sugestões para a implementação de cada um dos princípios idealizados, elimina perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque. É razoável investir em novas tecnologias de conversão para aprimorar os processos existentes, conforme o entendimento de Issato *et al.* (2000). Dessa forma, para a implementação deste princípio, diante do que foi observado em canteiro de obras, recomenda-se a utilização de uma betoneira auto recarregável e uma peneira elétrica, visto que, o volume de concreto necessário para executar a obra justifica o uso desses equipamentos e o atual ritmo de produção é bastante lento em parte por conta desses fatores. Assim, é possível equilibrar a melhoria de conversões e fluxo, melhorar a produtividade dos profissionais e reduzir seus esforços físicos.

#### **k) 11 – Fazer Benchmarking**

A obra em estudo é um dos Centros de Educação Infantil construído em diferentes bairros do município de Fortaleza, por diferentes empresas e seguindo o mesmo padrão arquitetônico. Isso permite com que a empresa, identificando suas falhas, busque referências de ponta que aplicam novos padrões e métodos alternativos de se executar determinadas operações

desta mesma obra, atingindo melhorias inovadoras através da reestruturação de seus processos.

Koskela (1992) enfatiza que para atingir esse conceito é preciso que a empresa conheça seus processos, avalie seus pontos fortes e fracos, conheça os líderes da indústria e entenda e compare suas melhores práticas. Assim, incorpore o melhor, copie, modifique ou adote as melhores práticas em seus próprios subprocessos.

#### **4.5 Percepção dos gestores da empresa sobre as propostas apresentadas**

Os gestores da empresa demonstraram-se bastante receptivos quanto à filosofia e práticas da Construção Enxuta, afirmando a vontade de conhecer mais profundamente este campo do conhecimento, e, sua provável implementação em seu modelo de gestão, ressaltando ainda que, a Construção Enxuta é um rumo natural para as empresas que buscam se manter no mercado, em virtude da necessidade de se qualificarem, melhorarem o método construtivo e garantir a satisfação dos clientes. Com relação as propostas apresentadas, constatou-se boa aceitação e entusiasmo por parte dos gestores frente aos resultados positivos esperados com suas implementações, o que os motivou a buscar alternativas para as deficiências apontadas. Denotaram entusiasmo e motivação para analisar e estudar as propostas de melhorias sugeridas, e, identificar quais são possíveis de serem adotadas em curto, médio e longo prazo, dentro da disponibilidade financeira da empresa.

Julgando essa percepção dos gestores como o começo de um processo de melhoria, percebe-se a existência de uma tendência de integração e melhor entendimento da nova filosofia de Construção Enxuta na empresa.

## 5 CONCLUSÃO

Em busca de um sistema de gerenciamento da produção que trouxesse ao setor da construção civil um novo olhar sobre os métodos construtivos tradicionais, a Construção Enxuta apresenta-se como a solução mais adequada para a otimização dos processos construtivos ao sugerir soluções alternativas não focadas unicamente na introdução de novas tecnologias mas principalmente na racionalização dos processos, por meio da melhoria dos fluxos entre as distintas atividades essenciais para a execução da obra. A Lean Construction se adequa à diferentes cenários apresentados pelo setor da construção.

Constatou-se que uma grande quantidade de problemas são gerados pela falta de planejamento e controle da produção na construção civil. O modelo tradicional de construção ignora importantes fatores que caracterizam uma gestão de qualidade, como a padronização dos processos construtivos, as necessidades dos clientes internos e finais, melhoria do uso de matéria prima, padrões de qualidade, segurança dos trabalhadores, redução de desperdícios, produtividade da mão de obra, entre outros. O estudo realizado expõe a necessidade de mudança, e uma correta e adequada aplicação de eficientes métodos de gestão da produção que seja iniciado e incorporado pela diretoria, e estendidas para o restante da empresa.

Seguindo os objetivos apresentados, conseguiu-se apresentar adequadamente os princípios da Construção Enxuta para a empresa objeto de estudo, analisar os métodos de gestão praticados e apontar suas deficiências, por meio da aplicação do questionário, das visitas e entrevistas realizadas.

Dessa forma, sugeriu-se à empresa práticas que se adequam à sua realidade e urgentes necessidades, embasadas na adequada revisão bibliográfica, que expressem os princípios da Construção Enxuta. Ao total apresentou-se mais de 14 sugestões que abragem os 11 princípios idealizados por Koskela (1992), com a finalidade de se conseguir alcançar os resultados propostos em cada um dos conceitos.

Dentre as melhorias esperadas com a adoção das práticas sugeridas neste trabalho, estão:

- Aumento do nível de satisfação do cliente final;
- Aumento da produtividade;
- Redução de efetivo da mão de obra;
- Aumento da competitividade;
- Maior organização do canteiro de obras;

- Aumento da estabilidade dos processos construtivos;
- Melhoria do nível de satisfação dos funcionários.

Para uma adequada implementação das diretrizes propostas, é fundamental que haja fatores como o comprometimento da diretoria, a identificação e eleição das necessidades mais urgentes da obra, como treinamento e capacitação dos funcionários. Por consequência, admite-se que, o objetivo proposto neste trabalho foi alcançado integralmente, devido haver engajamento por parte da empresa em incorporar e aplicar a filosofia da Construção Enxuta em suas obras.

A filosofia *Lean Construction* encontra-se ainda em fase de discussão, desenvolvimento e aprendizado, necessitando que haja mais pesquisadores dedicados à este campo de conhecimento. Considera-se que este trabalho contribuiu para destacar que a implementação da Construção Enxuta pode trazer grandes vantagens para empresas construtoras, visualizando uma nova referência de gestão da produção, e revelando novas oportunidades de pesquisa.

## **6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Como recomendações para trabalhos futuros relacionados ao tema da pesquisa, recomenda-se:

- a) produzir uma qualificação das empresas de construção, quanto à implantação das práticas da Construção Enxuta;
- b) aplicar os princípios da Construção Enxuta em uma empresa de construção, e coletar informações sobre as melhorias observadas no processo de produção da empresa;
- c) explorar o uso de tecnologias de informação para automação de dados e do planejamento e controle da produção;

## REFERÊNCIAS

ACKOFF, R. **Planejamento Empresarial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1976. 114p

ALARCÓN, L. Herramientas para identificar e reduzir perdas em projetos de construção. **Revista de Ingeniería de Construction**, n. 15, p. 37-45, enero/julio. 1997.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: An Essential Step in Production Control. Technical Report No. 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1997.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production from uncertainty: first step in an improvement strategy. In: **Encontro Nacional de Profissionais de Project Management**, 1996, Santiago. Anais... Santiago: 1996.

BALLARD, G. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: **Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 5, 1997, Australia. Proceedings... IGLC, 1997.

BAZANELLI, Ana Cristina Danelon Rigo. et al. Otimização da planilha orçamentária de Edificações através da aplicação dos princípios da Lean construction. In: **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, 3, São Carlos. 2003.

BULHÕES, I. R.; AKKARI A.; SOUSA, M. G. L. de, FORMOSO, C. T. Informatização do planejamento e controle de produção. In: **III simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização Trabalho no Ambiente Construído -SIBRAGEC**, 2003, 3, São Carlos. Anais. São Carlos –SP, 2003.

CARVALHO, Bruno Soares. **Proposta de Uma Ferramenta de Análise e Avaliação das Construtoras em relação ao uso da construção Enxuta**. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CHING, H. Y.; LIMA, P. C. Proposta de um modelo de mensuração de desempenho: alinhando o sistema de manufatura enxuta aos objetivos estratégicos da empresa. In: SIMPOI, 8., 2005, São Paulo. **Anais ...** São Paulo, 2005.

CORIAT, B. **Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

COSTENARO, A.; WEGNER, D.; CERETTA, P. S. **Gestão da cadeia de valores – Mecanismo para eficiência do processo de compras em redes de empresas**. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/adm/mestrado/publica.htm>>.

FLICK, Uwe. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. 1 edição. São Paulo; ARTMED EDITORA S. A., 2009.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M.; OLIVEIRA, L. F.; OLIVEIRA, K.; **Termo de Referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas**

**construtoras.** Porto Alegre: NORIE/UFRGS/SINDUSCON/SP, 1999.

FORMOSO, Carlos T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos.** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Godoy, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, 35(2), 57-63. 1995.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção, mais do que simplesmente just-in-time.** Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GREIF, M. The Visual Factory. **Building Participation Through Shared Information.** USA: Productivity Press, 1991.

HEINECK, L. F. M.; *et al.* A constituição de células de trabalho na programação de obras em edifícios. São Paulo, SP. 2004. 11 p. **Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável**, São Paulo; Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10, 2004, São Paulo. Anais... 2004.

HEINECK, L. F. M.; MACHADO R. L. A Geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo e obra. In: **II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização Trabalho No Ambiente Construído -SIBRAGEC**, 2, 2001, Fortaleza. Anais... Fortaleza: 2001.

ISATTO, E. *et al.* **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**, Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, EUA, CIFE, agosto Technical Report No 72. 1992.

KUREK, J. **Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo- RS.** 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

KOPPER, R. **Construção enxuta: a prática do princípio da transparência nos processos construtivos em empresas da grande Porto Alegre/RS.** Porto Alegre: UFRGS, 2012.

LAUFER, A. **Simultaneous Management.** United States: AMACOM, 1997.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, United States, n. 5, p. 243-266, 1987.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em: <http://www.lean.org.br>, acesso em: 03/09/2009.

LIMMER, C. Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1997.

- LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. Discussão sobre a medição de desempenho na *lean construction*. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13.,2006, Bauru. Anais...São Carlos: UFSCAR, 2006. p. 1-10.
- MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas 2008.
- MAUÉS. Luiz Maurício F. et al. Nível de utilização das referências da filosofia Lean Construction em empresas construtoras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, Fortaleza. Anais... Belém: Universidade Federal do Pará,2008. p.2.
- MENDES JR., R.; HEINECK, L. F. M. Preplanning method for multi-story building construction using line of balance. In: Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, 1998, Guarujá. Anais... Guarujá: IGLC, 1998.
- MILANO, C. S.; FONTANINI, P. S. P. Sistemas construtivos e tecnologias (redução de perdas e desperdícios de materiais de construção) – lean and green projects. In: Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2., Campinas. Anais... Campinas: PUC-Campinas, p. 1-6.2012.
- MOREIRA, M.; BERNARDES, S.. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção civil**. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- NEVES, J. L.. **Pesquisa Qualitativa – Características, usos e possibilidades**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, V.1, N° 3, 2° SEM./1996.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- RICHARDSON, R. J., & Peres, J. A. **Métodos quantitativos e qualitativos** in: Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas. 1999.
- SALES, A. L. F. et al. Melhorias nos processos construtivos baseado no estudo dos fluxos físicos no canteiro de obra em uma empresa de Fortaleza. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23., 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2003. p. 1-8.
- SANTOS, A. Application for Production Management Flow Principles in Construction Sites. Salford: University os Salford, Tese de Doutorado.1999.
- SAURIN, T. A. Identificação de perdas no serviço de alvenaria em um canteiro de obras sob a ótica do sistema de produção enxuta. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 20., 2000, São Paulo. Anais... Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 1-8.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

- STALK, G.; HOUT, T. M.; Product Delay Hurts West as Japan Invades Luxury Field. 1989.
- SHINGO, S. Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- STAKE, Robert E. The case study method in social inquiry. In DENZIN, Norman K. 1978
- SOUZA, R. Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. 1997. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- TOMMELEIN, I. Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation: Simulation of Lean Construction Technique. Journal of Construction Engineering and Management, v.124, n.4, p. 279-288, jul/aug, 1998.
- TOMMELEIN, I.; BALLARD, G. Look-Ahead Planning: Screening and Pulling. In: Seminário Internacional sobre Lean Construction, 2, 20-21 Out., São Paulo. Anais 1997.
- YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, . 347p.1992.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, DANIEL. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

## APÊNDICES

### QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

A Figura A1 apresenta os questionários realizados nesta pesquisa com a diretoria e departamento de engenharia da empresa:

Figura A1. Modelo do questionário aplicado na pesquisa.

QUESTIONÁRIO PARA MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL EM RELAÇÃO AO USO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA													
<b>EMPRESA:</b> <b>ENDEREÇO:</b> <b>CIDADE / ESTADO</b>	<b>DATA ENTREVISTA:</b>												
<b>WEBSITE:</b>	<b>CEP:</b>												
<b>EMAIL:</b>	<b>TELEFONE / FAX:</b>												
<b>ÁREA DE ATUAÇÃO DA EMPRESA:</b> <b>TIPO E NOME DA OBRA:</b>													
<b>DATA DE INÍCIO DA OBRA:</b>													
<b>DATA DE FINAL DA OBRA:</b>													
<b>ENTREVISTADOS:</b>	<b>FUNÇÃO:</b>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; text-align: center;">1</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td></td></tr> </table>	1		2		3		4		5		6		
1													
2													
3													
4													
5													
6													
<b>PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION</b> <b>Baseado em: KOSKELA (1992) TR-72</b>													
1	Redução de atividades que não agregam valor												
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo												
3	Reduzir a variabilidade												
4	Reduzir o tempo de ciclo												
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes												
6	Melhorar a flexibilidade do produto												
7	Melhorar a transparência do processo												
8	Focar o controle do processo global												
9	Introduzir a melhoria contínua do processo												
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões												
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">NÍVEIS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center; background-color: #ff0000; color: white;">0</td> <td style="padding: 5px;">O princípio não esta presente ou existem grandes inconsistências em sua implementação</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #ffcc00;">1</td> <td style="padding: 5px;">O princípio esta presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #ffff00;">2</td> <td style="padding: 5px;">O princípio esta totalmente presente e efetivamente implementado</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #00ff00;">3</td> <td style="padding: 5px;">O princípio esta totalmente presente e efetivamente implementado e exibe melhorias na sua execução, nos últimos 12 meses</td> </tr> </tbody> </table>		NÍVEIS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS		0	O princípio não esta presente ou existem grandes inconsistências em sua implementação	1	O princípio esta presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação	2	O princípio esta totalmente presente e efetivamente implementado	3	O princípio esta totalmente presente e efetivamente implementado e exibe melhorias na sua execução, nos últimos 12 meses		
NÍVEIS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS													
0	O princípio não esta presente ou existem grandes inconsistências em sua implementação												
1	O princípio esta presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação												
2	O princípio esta totalmente presente e efetivamente implementado												
3	O princípio esta totalmente presente e efetivamente implementado e exibe melhorias na sua execução, nos últimos 12 meses												

DIRETORIA		POUCO	MUITO		
<b>1</b>	<b>Redução de atividades que não agregam valor</b>	0	1	2	3
1.1	Em sua empresa o cliente é quem defini o que é valor?				
	<b>CONCEITO:</b> Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão de obra em requerimentos solicitados pelos clientes.				
	<input type="text"/>				
1.2	O cliente é questionado constantemente sobre o que ele considera como valor na sua empresa?				
	<input type="text"/>				
1.3	Apartir da definição do cliente sobre o que é valor, diga se sua empresa atua constantemente na redução de atividades que não agregam valor?				
	<input type="text"/>				
1.4	Existe um mapa do estado atual e futuro da empresa em relação aos fluxos de informações, materiais, processos e pessoas?				
	<input type="text"/>				
		POUCO	MUITO		
<b>2</b>	<b>Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</b>	0	1	2	3
2.1	A diretoria realiza periodicamente pesquisa de mercado?				
	<input type="text"/>				
2.2	A empresa busca melhorar seu trabalho em detrimento do resultado de alguma pesquisa de avaliação de desempenho com os clientes?				
	<input type="text"/>				
2.3	Quando as solicitações dos clientes são atendidas é perceptível a melhoria nos resultados comerciais para alavancar novos negócios?				
	<input type="text"/>				
		POUCO	MUITO		
<b>3</b>	<b>Reduzir a variabilidade</b>	0	1	2	3
3.1	Existe um eficiente sistema de qualidade implantado na empresa?				
	<input type="text"/>				
3.2	Existem índices de desempenho sobre a qualidade do produto ou serviço ofertado? Como por exemplo produtos defeituosos por unidades produzidas				
	<input type="text"/>				
3.3	Existe a preocupação em constantemente aumentar a mecanização do canteiro de obra?				
	<input type="text"/>				
3.4	Existem procedimentos padronizados para a maioria das atividades da empresa?				
	<input type="text"/>				

		POUCO		MUITO	
4 Reduzir o tempo de ciclo		0	1	2	3
4.1	O tempo de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?				
<p><b>CONCEITO:</b> tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação</p>					
<input type="text"/>					
4.2	Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução do tempo de ciclo dos empreendimentos?				
<input type="text"/>					
4.3	O tempo de ciclo de venda dos estoques é planejado e controlado? (Considerar o estoque como o produto final da empresa por exemplo: apartamentos, lotes e casas a venda da construtora - esta pergunta não se aplica a todos os segmentos)				
<input type="text"/>					
5 Simplificar e minimizar o número de passos e partes		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
5.1	O processo de compra de materiais para as obras é simples e eficiente?				
<input type="text"/>					
5.2	O processo de venda de um produto ou serviço para o cliente é simples e eficiente?				
<input type="text"/>					
5.1	O processo de contratação de empresas terceirizadas é simples e eficiente?				
<input type="text"/>					
5.2	O fluxo de informação interno da empresa é simples e eficiente?				
<input type="text"/>					
5.3	Os processos internos são descentralizados?				
<p><b>CONCEITO:</b> O idéia é que as decisões não devem ser canalizadas para uma única pessoa, mas que cada colaborador tenha autonomia sobre suas tarefas.</p>					
<input type="text"/>					
6 Melhorar a flexibilidade do produto		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
6.1	Os produtos ofertados possuem flexibilização de layout?				
<input type="text"/>					
6.2	As solicitações dos clientes frente a uma flexibilização, seja ela na forma de pagamento, no design do produto ou no tipo de material aplicado, são				
<input type="text"/>					
6.3	Existem produtos ofertados para clientes de diferentes setores da economia (ex. Indústria, Bancário, Comercial, Residencial, Agricultura, Governo, etc...)?				
<input type="text"/>					

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>7 Melhorar a transparência do processo</b>					
7.1 Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?					
<input type="text"/>					
7.2 As metas, resultados e expectativas da empresa são informações a abertas e divulgadas entre os funcionários?					
<input type="text"/>					
7.3 Classificar a disseminação das políticas de conduta de princípios e valores divulgados entre todos os funcionários da empresa?					
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>8 Focar o controle do processo global</b>					
8.1 Existe planejamento de curto, médio e longo prazo em termos de novos negócios da empresa?					
<input type="text"/>					
8.2 A empresa realiza controle sobre seu faturamento periodicamente (mensal, trimestral, anual)?					
<input type="text"/>					
8.3 Classificar o controle existente sobre o planejamento das obras da empresa?					
<input type="text"/>					
8.4 Classificar o controle existente sobre o orçamento das obras da empresa?					
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>9 Introduzir a melhoria contínua do processo</b>					
9.1 Existe algum programa de implantação de melhoria contínua na empresa?					
<input type="text"/>					
9.2 Existe controle sobre as inconformidades nos serviços cotidianos da empresa?					
<input type="text"/>					
9.3 As inconformidades detectadas são tratadas com importância pelos funcionários da empresa?					
<input type="text"/>					
9.4 Existe constante participação dos colaboradores em ações que buscam melhorar os processos internos?					
<input type="text"/>					

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>10 Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</b>					
10.1 Classificar o controle sobre o fluxo de informações na sua empresa?					
<input type="text"/>					
10.2 Classificar o controle sobre o fluxo de compra e entrega de materiais na sua empresa?					
<input type="text"/>					
10.3 Classificar o controle sobre o fluxo de materiais internos na obra?					
<input type="text"/>					
10.4 Classificar o controle sobre os acessos e fluxos de pessoas no interior da obra?					
<input type="text"/>					
10.5 Quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão os fluxos citados acima acompanham sua melhora de desempenho?					
<p><b>CONCEITO:</b> A conversão é o processo de transformar matéria prima, informação e mão de obra em um produto que possui valor para o cliente.</p> <input type="text"/>					

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>11 Benchmark (estabelecer referências de ponta)</b>					
11.1 A empresa faz uso de benchmark?					
<p>CONCEITO: Benchmark pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos</p> <input type="text"/>					

## ITEM QUESTIONAMENTOS

ENGENHARIA		POUCO		MUITO	
1 Redução de atividades que não agregam valor		0	1	2	3
1.1	Há a preocupação da obra em reduzir as atividades que não agregam valor?  <b>CONCEITO:</b> Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão de obra em requerimentos solicitados pelos clientes.				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
1.2	Existe a preocupação em traçar um mapeamento do estado atual e projetar um mapeamento do estado futuro do fluxo de trabalho da obra? <b>CONCEITO:</b> Por exemplo avaliando o layout atual do canteiro e constantemente estar experimentando novas disposições de layout.				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
1.3	Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais?				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
1.4	Os materiais sempre são distribuídos próximos ao ponto de aplicação?				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
2 Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente		0	1	2	3
2.1	O cliente possui um meio de comunicação eficiente, no qual pode realizar suas considerações sobre os trabalhos realizados?				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
2.2	Existe conscientização na obra sobre as diferenças entre clientes internos e clientes finais?				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
2.3	Busca-se implantar as considerações dos clientes quando solicitados para tal?				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
3 Reduzir a variabilidade		0	1	2	3
3.1	Existem procedimentos formalizados para execução das principais atividades no canteiro de obra?				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					
3.2	Existe um planejamento formalizado da obra (planos de longo, médio e curto prazo) ou linha de balanceamento?				
<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>					

3.3 Faz uso de mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e reduzem a variabilidade do processo?

--	--	--	--	--

3.4 As equipes são polivalentes?

--	--	--	--	--

**4 Reduzir o tempo de ciclo**

4.1 O tempo de ciclo das atividades internas da obra são conhecidos?

--	--	--	--	--

**CONCEITO:** tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação

--

4.2 Existe a preocupação em manter pequenos estoques na obra com alta rotatividade?

--	--	--	--	--

4.3 Existe o controle sobre a produtividade dos operários?

--	--	--	--	--

**5 Simplificar e minimizar o número de passos e partes**

5.1 A obra faz uso de produtos pré-moldados ou utilização de kits sempre que possível?

--	--	--	--	--

5.2 A obra busca usar gabaritos ou equipamentos dedicados que possibilitam a redução do número de passos e partes para uma tarefa qualquer?

--	--	--	--	--

5.3 As informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana são claras e estão disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro?

--	--	--	--	--

**6 Melhorar a flexibilidade do produto**

6.1 A obra busca fornecer ao cliente um serviço flexível?

--	--	--	--	--

6.2 Existe controle sobre o tempo gasto por um operário ao realizar a troca da execução de uma determinada atividade X para uma outra atividade Y?  
**CONCEITO:** Tempo de setup é o período de tempo necessário para realizar a mudança de um tipo de atividade para outro tipo.

--

POUCO

MUITO

0 1 2 3

POUCO

MUITO

0 1 2 3

POUCO

MUITO

0 1 2 3

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>7</b>	<b>Melhorar a transparência do processo</b>				
7.1	Os canteiros de obra possuem vias de acesso interno limpas largas e desimpedidas para circulação dos funcionários e equipamentos				
<input type="text"/>					
7.2	Existem sistemas de comunicação eficientes na obra como, painéis, placas e radios?				
<input type="text"/>					
7.3	Você possui indicadores de desempenho da obra?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>8</b>	<b>Focar o controle do processo global</b>				
8.1	Classificar o controle existente sobre o planejamento da obra?				
<input type="text"/>					
8.2	Classificar o controle existente sobre o orçamento da obra?				
<input type="text"/>					
8.3	Classificar o controle existente sobre a produtividade dos operários da obra?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
<b>9</b>	<b>Introduzir a melhoria contínua do processo</b>				
9.1	Existe algum programa interno na obra que faz a promoção da melhoria contínua dos trabalhos na obra?				
<input type="text"/>					
9.2	Existe preocupação em constantemente tomar atitudes em relação a dignificação da mão de obra?				
<input type="text"/>					
9.3	Existe participação dos operários em buscar melhorar os processos internos?				
<input type="text"/>					

	POUCO	MUITO		
	0	1	2	3
<b>10 Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</b>				
10.1 Existe o controle sobre o fluxo de informações na sua obra?				
<input type="text"/>				
10.2 Existe o controle sobre as compras e entregas de materiais na sua obra?				
<input type="text"/>				
10.3 Os fluxos de pessoas no interior da obra são constantemente repensados para obter melhor desempenho no trabalho?				
<input type="text"/>				
10.4 Quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão os fluxos citados acima acompanham sua melhora de desempenho?				
<p><b>CONCEITO:</b> A conversão é o processo de transformar matéria prima, informação e mão de obra em um produto que possui valor para o cliente.</p> <input type="text"/>				
<b>11 Benchmark (estabelecer referências de ponta)</b>				
11.1 A obra faz uso de benchmark?				

CONCEITO: Benchmark pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trab

## ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA REALIZADA COM OS AGENTES ENVOLVIDOS NO PROCESSO CONSTRUTIVO

1. A empresa possui quantos funcionários ?
2. Desde quando a empresa atua no setor da construção civil ?
3. Quais e quantas obras a empresa executa atualmente ?
4. Quantas e quais obras a empresa já executou ?
5. A empresa possui algum certificado de qualidade ?
6. A empresa investe em tecnologias nas obras ?
7. Que razões poderiam dificultar a implementação da construção enxuta em obras da empresa ?
8. Há aspectos que podem ser melhorados no método construtivo adotado pela empresa ?
9. O conceito de cada um dos princípios apresentados foi devidamente compreendido ?
10. As sugestões apresentadas são viáveis de serem implementadas nesta e em outras obras?
11. A empresa pretende implementar a utilização da filosofia da construção enxuta ?

### PLANTA BAIXA DA OBRA OBJETO DE ESTUDO

