

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PROPOSTA DE AÇÕES BASEADAS NOS 11
PRINCÍPIOS *LEAN CONSTRUCTION* PARA
IMPLANTAÇÃO EM UM CANTEIRO DE OBRAS DE
SANTA MARIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Juliana Sanches Venturini

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**PROPOSTA DE AÇÕES BASEADAS NOS 11
PRINCÍPIOS *LEAN CONSTRUCTION* PARA
IMPLANTAÇÃO EM UM CANTEIRO DE OBRAS DE
SANTA MARIA**

Juliana Sanches Venturini

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação
em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,
RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
Engenheira Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janis Elisa Ruppenthal

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Venturini, Juliana Sanches
PROPOSTA DE AÇÕES BASEADAS NOS 11 PRINCÍPIOS *LEAN*
CONSTRUCTION PARA IMPLANTAÇÃO EM UM CANTEIRO DE OBRAS DE
SANTA MARIA

Orientadora: Janis Elisa Ruppenthal
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil,
RS, 2015.

Ficha catalográfica elaborada por Juliana Sanches Venturini
Biblioteca Central da UFSM

©2015

Todos os direitos autorais reservados a Juliana Sanches Venturini. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Aristides Lobo, nº468, Bairro N^a S^a Rosário, Santa Maria RS. CEP: 97.010-050 e-mail: juliesventurini12@yahoo.com.br

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Curso de Engenharia Civil

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o trabalho de conclusão de curso

**PROPOSTA DE AÇÕES BASEADAS NOS 11 PRINCÍPIOS *LEAN*
CONSTRUCTION PARA IMPLANTAÇÃO EM UM CANTEIRO DE
OBRAS DE SANTA MARIA**

elaborado por

Juliana Sanches Venturini

como requisito parcial para obtenção do grau de
Engenheira Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Janis Elisa Ruppenthal, Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Denis Rasquin Rabenschlag, Dr. (UFSM)

Eleusa de Vasconcellos Favarin, M. Eng. (UFSM)

Santa Maria, 13 de julho de 2015.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus, pela oportunidade de acordar a cada dia e poder ser e fazer melhor do que ontem.

Ao meu marido Marcelo pelo seu amor e apoio incondicional. Meu amor, melhor amigo, colega de profissão e companheiro de muitas jornadas. Não tenho palavras para expressar minha gratidão a Deus por ter você ao meu lado.

Ao meu pai Gilmar, meu eterno herói, pelo seu amor e exemplo de homem peleador. Sem dúvida, essa é a melhor qualidade que vou levar sempre comigo como exemplo de esforço e determinação.

À minha mãe Elza, pelo amor, carinho e seus exemplos altruístas e humanitários. Sem dúvida, esses sentimentos fizeram de mim uma pessoa menos insensível e sempre disposta a auxiliar a quem precisa.

Ao meu irmão Jean, um pedaço de mim, com que dividi um quarto e muitas histórias por anos. Uma época que vou guardar para sempre no meu coração.

As minhas “gurias”: Docinho, Florzinha e Lindinha, que acrescentaram aos meus dias porções de alegria e companheirismo. Dias cansativos e intermináveis sempre foram amenizados por um rabinho abanando e lambidinhas de: “Calma Ju, nós te amamos!”.

Aos amigos, em especial à minha querida Lisiane, que sempre estiveram na torcida apesar da distância, mas perto em pensamento. O incentivo e companheirismo de vocês sempre foram importantes nas horas boas, mas principalmente, nas horas que precisei de um ombro.

Aos professores do curso de Engenharia Civil, pelos conhecimentos e experiências transmitidos ao longo da graduação. Em especial à Prof^a. Dr^a Janis Elisa Ruppenthal, pela orientação a este trabalho, minha sincera gratidão pela sua atenção e pelo seu carinho

À Universidade Federal de Santa Maria e ao curso de Engenharia Civil pela estrutura acadêmica e sua qualidade de ensino que com isso, possibilitou a realização e conclusão de uma meta.

EPÍGRAFE

“É preciso diminuir a distância entre
o que se diz e o que se faz
até que
num dado momento
a tua fala
seja
a tua prática.”

Paulo Freire

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria

PROPOSTA DE AÇÕES BASEADAS NOS 11 PRINCÍPIOS *LEAN CONSTRUCTION* PARA IMPLANTAÇÃO EM UM CANTEIRO DE OBRAS DE SANTA MARIA

AUTORA: JULIANA SANCHES VENTURINI

ORIENTADORA: JANIS ELISA RUPPENTHAL

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 13 de julho de 2015.

Segundo Isatto et al. (2000), diversos diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que a maioria dos problemas que resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil, tem origem em problemas gerenciais. Nesse contexto, consideráveis esforços por parte das empresas têm sido direcionados no sentido de introduzir no setor, modernas filosofias gerenciais, algumas das quais desenvolvidas inicialmente em outras indústrias, como é o caso da "*Lean Construction*", derivado do conceito de "*Lean Production*". A preocupação com o desperdício, controle de perdas e diminuição dos custos, apesar de um ser fator importante para qualquer processo ou setor produtivo, no caso do setor de construção civil, ficou relegado em segundo plano durante muitos anos, dado o atraso característico do próprio setor. Uma empresa de construção civil será mais competitiva, a partir da eficiência do seu sistema de produção, em termos de estrutura, infraestrutura, qualidade, planejamento e controle. A arma fundamental da competitividade traduz-se como sendo o planejamento racional das atividades de produção. O objetivo deste trabalho é diagnosticar os problemas de desperdícios enfrentado em um canteiro de obras de Santa Maria/RS. Através das observações, questionamentos e registro fotográfico, serão propostas ações de melhorias no atual sistema de produção, baseado nos 11 princípios da filosofia "*Lean Construction*".

Palavras-chave: Construção enxuta; Planejamento; Controle da produção; 11 Princípios.

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria

**SUGGESTED ACTIONS BASED ON 11 PRINCIPLES LEAN
CONSTRUCTION FOR IMPLEMENTATION IN CONSTRUCTION SITE
IN SANTA MARIA**

AUTORA: JULIANA SANCHES VENTURINI
ORIENTADORA: JANIS ELISA RUPPENTHAL
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 13 de julho de 2015.

ABSTRACT

According to Formoso et al. (2000), several diagnostics carried through in Brazil and the exterior indicate that the majority of the problems that result in low platforms of efficiency and quality in the civil construction has origin in management problems. In this context, considerable efforts on the part of the companies have been directed in the direction to introduce in the sector modern management philosophies, some of wich developed initially in the other industries, as it is the case of the "Lean Construction", derived from the concept of "Lean Porduction". The concern with wastefulness, control of losses and reduction of the cost, although to be an importan factor for any process or productive sector, in the case of the sector of civil construction, he was relegated as the plain on during many years, data the characteristic delay of the proper sector. A company of civil construction will be more competitive, from the efficiency of its system of production, in terms os structure, infraestrutura, quality, planning and control. The basic weapon of the competitiveness finishes them bein the rational planning them activities of production. The objective of this work is to diagnose the problems of wastefulness faced in a building site in Santa Maria/RS. Through of the observations, questioning and record fotografic, comprovements will be proposed in the current sistem of prodution, based on the philosophy Lean Construction.

Keywords: Lean Construction, Planning, Manegement and Control of the Production.

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1- Estruturação da filosofia Lean.....	26
Figura 2- Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional.....	31
Figura 3- Modelo de processo da Construção Enxuta.....	32
Figura 4- Interesse dos operários por treinamento e especialização	41
Figura 5-Diagrama de fluxo de dados característicos nas empresas de construção civil.	44
Figura 6- Senso de utilização	46
Figura 7- Implantação do programa 5S	49
Figura 8- Primeira vista do canteiro de obras	55
Figura 9- Desordem.....	56
Figura 10- Entulho misturado	56
Figura 11- Movimentação dificultada pela quantidade de entulho.....	57
Figura 12- Recortes.....	57
Figura 13- Entulho na escadaria.....	58
Figura 14- Restos de materiais.....	58
Figura 15- Entulho espalhado.....	58
Figura 16- Sujeira pelo canteiro.....	59
Figura 17- Sem local definido	59
Figura 18 - Materiais misturados	60
Figura 19- Sem baias para os agregados	60
Figura 20- Central de concreto	60
Figura 21- Tijolos maciços em um canto do canteiro	61
Figura 22 - Tijolos na calçada.....	61
Figura 23- Materiais armazenados sem cuidado.....	62
Figura 24 - Materiais sem local próprio	62
Figura 25- Estoque em desordem	62
Figura 26- Desperdício de materiais.....	63
Figura 27- Materiais do dia a dia sem organização	63
Figura 28- Materiais sem cuidados básicos.....	63
Figura 29- Tijolos variados	64
Figura 30- Sobra de uma alvenaria	64
Figura 31- Agregados misturados	65
Figura 32- Saco de cimento aberto e molhado.....	65
Figura 33- Sacos de gesso rasgados	65
Figura 34- Tijolos espalhados pelo canteiro	66
Figura 35- Materiais e entulho	66
Figura 36- Restos de materiais.....	66
Figura 37- Restos de aço	67
Figura 38- Mais restos de aço	67
Figura 39- Betoneira estragada	68
Figura 40- Carro com pneu furado	68
Figura 41- Balancim no tempo.....	69
Figura 42- Protetores de vergalhão	69
Figura 43- Protetores de vergalhão atirados	69
Figura 44- Capacete inutilizado	70
Figura 45- Botina jogada	70
Figura 46- Capacete quebrado.....	71
Figura 47- Capacete como medidor	71
Figura 48- Refeitório.....	72
Figura 49- Instalações do refeitório	72

Figura 50– Sem vestiário	73
Figura 51– Pertences dos funcionários	73
Figura 52– Pertences espalhados.....	73
Figura 53– Instalações sanitárias.....	74
Figura 54– Lavatório por instalar.....	74
Figura 55– Condições sanitárias	74
Figura 56 – Rasgos nas paredes	75
Figura 57– Muitos rasgos nas paredes	75
Figura 58– Parede rebocada e recortada.....	76
Figura 59– Recortes e entulho	76
Figura 60– Tijolos mau assentados.....	77
Figura 61– Trabalho mau executado.....	77
Figura 62– Sem qualidade final.....	78
Figura 63– Problemas de execução.....	78
Figura 64– Materiais hidráulicos.....	79
Figura 65– Organização das tubulações	79

LISTA DE QUADROS:

Quadro 1– Resumo de 5W2H (plano de ação) genérico	53
Quadro 2– Ações para implantação da filosofia Lean Construction	84

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	20
1.1. Objetivo geral	21
1.2. Objetivo específico	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1. Do Sistema Toyota de Produção ao Lean Thinking	23
2.2. Lean Construction	29
2.2.1. <i>Origem da Lean Construction</i>	29
2.2.2. <i>Conceitos e princípios</i>	30
2.2.3. <i>Necessidade de aplicação na construção civil</i>	39
2.2.4. <i>Ferramentas auxiliares</i>	42
2.2.4.1. <i>Planejamento</i>	43
2.2.4.2. <i>Programa 5S</i>	45
2.2.4.3. <i>Gerenciamento visual</i>	49
2.2.4.4. <i>Kanban</i>	50
2.2.4.5. <i>5W2H</i>	52
3. METODOLOGIA	54
4. ESTUDO DE CASO	55
4.1. Situação atual do sistema de produção do empreendimento estudado ...55	
4.2. Implantação da <i>Lean Construction</i> segundo a aplicação dos 11 princípios	
80	
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
6. REFERÊNCIAS	87

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil se manteve por muitos anos produzindo sem levar em conta questões como o planejamento e controle, desperdício de recursos e também, o total de custos da produção. Essa forma irracional de produzir gera um grande índice de perdas e um alto custo de produção, mas isso nunca foi relevado, visto que os custos são repassados aos clientes. Além disso, a baixa produtividade e qualidade final do produto nunca foi algo tão preocupante. Entretanto, conforme Lorenzon (2008), a baixa produtividade e o desperdício na Construção Civil são históricos, e a situação atual de escassez de recursos obriga as empresas a realizarem modificações para poderem subsistir.

Nesse contexto de renovação e inovação do modo de produção da Construção Civil, entra a filosofia *Lean Construction* ou Construção Enxuta. Esta metodologia originária do Sistema Toyota de Produção, ou *Lean Thinking*, surgiu em meados dos anos 50 na indústria automobilística japonesa. O sistema de produção teve seu reconhecimento durante a crise do petróleo na década de 70 e desde então, tem sido estudado e adaptado para os mais diversos ramos de produção. Seu sucesso se deu devido à diminuição de desperdícios de recursos, uma produção equilibrada e produtos fabricados com baixo custo, mas alta qualidade.

O sistema foi adaptado para a Construção Civil através dos trabalhos de Koskela em 1992. A partir de então, muitos esforços têm sido feitos para melhorar e inovar a forma de produção, desde a elaboração dos projetos até a execução dos mesmos. Segundo Isatto et al. (2000), diversos diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que a maioria dos problemas que resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil, tem origem em problemas gerenciais. A arma fundamental da competitividade traduz-se como sendo o planejamento racional das atividades de produção.

O desafio da Construção Enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro. Encontra-se na Construção Civil, muitas atividades entendidas como não geradoras de valor. Tais perdas estão escondidas em movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros. Sua origem ocorre desde os projetos mal concebidos, desenvolvimento do planejamento executivo coordenado através de princípios obsoletos, predominância da individualidade de ações no canteiro, sendo essa manifestada por grupos ou pessoas, não havendo a ideia de conjunto. A noção pela gerência é que obtendo

ganhos individuais, somarão um ganho maior do todo (SARCINELLI, 2008).

De acordo com Isatto et al. (2000), recentemente iniciou-se um movimento para implementação do pensamento *Lean* na construção. Esse esforço tem ocorrido principalmente por parte do meio acadêmico, porém já há empresas colocando em prática e outras interessadas em iniciar a aplicação dos princípios *Lean* em seus processos justamente para suprir a procura por desempenho e qualidade por parte das mesmas.

Este trabalho tem por objetivo diagnosticar os problemas enfrentados em um canteiro de obras para estudar e sugerir ações para a implantação da filosofia *Lean*. Conforme Formoso (2002), Koskela em seu relatório publicado em 1992, desafia os profissionais da Construção Civil a quebrar seus paradigmas de gestão e adaptar as técnicas e ferramentas desenvolvidas com sucesso no Sistema Toyota de Produção. A maioria dos estudos de implantação da *lean*, de acordo com Johansen e Walter (2007, apud WIGINESCKI, 2009), demonstra o potencial de melhorias por meio da aprendizagem.

A mudança de tradições e comportamento, entretanto, parece ser uma condição prévia necessária para a implantação da construção enxuta. O *lean thinking* é amplo e o setor de construção civil é complexo e diversificado. Assim há um grande potencial para a aplicação desse conceito. Pode-se dizer também que há diversas oportunidades de aplicação não exploradas até o momento (PICCHI, 2003).

1.1. Objetivo geral

Diagnosticar o processo produtivo de um empreendimento para propor melhorias com base nos 11 princípios da metodologia *Lean Construction*.

1.2. Objetivo específico

- Realizar um diagnóstico da situação atual do sistema de produção de um empreendimento;
- Identificar ações aplicáveis aos 11 princípios da *Lean Construction* no

sistema de produção da edificação;

- Apresentar técnicas e ferramentas auxiliares na implantação do sistema enxuto

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Do Sistema Toyota de Produção ao Lean Thinking

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão e parte do mundo passaram por um período de grandes dificuldades. Em meio a um cenário devastado, a situação era de redução dos recursos e crédito, gerando uma fase de depressão econômica. Então, diante de tais dificuldades, foi necessário achar um meio para que as empresas se mantivessem na concorrência do mercado. Nesse período foi criado na Toyota, indústria automobilística japonesa, o Sistema Toyota de Produção – STP, que foi colocado à prova durante a crise do petróleo na década de 70, obtendo com isso o reconhecimento de sua eficiência e vindo a servir de base para as mais diversas indústrias e setores.

O sistema criado por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda teve como referencial o Sistema Ford de Produção. O Fordismo, como é conhecido também, utilizava o método de produção em massa. Grandes máquinas, grandes estoques, inúmeros setores e departamentos, porém, qualidade em segundo plano e altas taxas de produtos defeituosos. Entretanto, o sistema contribuiu com algumas inovações para a indústria como a alteração na organização do trabalho na manufatura. Dentre elas podem ser citadas a padronização do produto final, a intercambiabilidade de peças e a linha de montagem, onde uma correia transportava o produto até o operador.

Ohno e Toyoda estudaram e conheceram o sistema através de visitas nas dependências da fábrica da Toyota, e verificaram que esse sistema seria inviável diante da limitação de recursos e da crise financeira no Japão. Portanto, foi necessária a criação de um novo sistema de produção que competisse com o mercado mundial e fosse adaptado à realidade japonesa (LORENZON, 2008). Dessa forma, com mão de obra reduzida e poucos recursos à disposição para investimentos, os profissionais japoneses buscaram desenvolver um sistema que vinculava os benefícios da produção artesanal com operários altamente qualificados e ferramentas flexíveis para produzir precisamente o que o consumidor desejava, ou seja, as vantagens da produção em massa, com elevada produtividade e baixo custo (WOMACK; JONES, 2003).

Uma das principais características do STP é a redução de perdas em todo o processo de produção. Perdas são vistas como qualquer ineficiência que leva ao

uso de equipamentos, materiais e mão-de-obra em quantidades maiores do que as necessárias para a produção de um produto. Essas perdas podem ser tanto desperdício de materiais quanto execução de tarefas desnecessárias que levam a custos adicionais e a atividades que não agregam valor. O STP também conhecido como *Lean Production* (produção enxuta), representa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos maquinaria, menos material – e, ao mesmo tempo, dar aos clientes o que eles querem (DENNIS, 2008)

O conceito da filosofia *Lean* (enxuta) parte do princípio de que há desperdício em todos os lugares em uma organização. E, ter a mentalidade enxuta é direcionar a empresa para fazer cada vez mais com cada vez menos. Sempre com a finalidade de oferecer aos clientes o que eles realmente desejam no tempo que necessitam, tornando as empresas mais flexíveis e capazes de responder efetivamente às necessidades dos clientes. E, ainda conseguir desenvolver, produzir e distribuir produtos com menos esforço humano, espaço, recursos, tempo e despesas globais.

A aplicação eficaz do STP requer produzir a quantidade necessária com força de trabalho reduzida, eliminando o excesso de capacidade. Para tanto, Shingo (1996) identifica os seguintes desperdícios que devem ser analisados.

- Superprodução – perdas por produção superior àquela esperada;
- Espera – perdas de tempo enquanto o produto está sendo convertido;
- Transporte – perdas em tempo e esforço para o transporte de produtos e materiais;
- Processamento – perdas no próprio processamento do produto;
- Estoque – perdas no uso de uma grande quantidade de estoque, que mobiliza capital, mão-de-obra, espaço físico, entre outros;
- Desperdício nos movimentos – perdas na realização de um número superior ao necessário de movimentos para realizar uma tarefa;
- Desperdício na elaboração de produtos defeituosos – perda física de materiais e mão-de-obra.

Conforme Womack et al (1990), Ohno inseriu meios de trabalho através do uso de equipes e líderes de equipe. Essas equipes recebiam um grupo de atividades de montagem e uma área da linha de produção, devendo trabalhar juntas da melhor maneira para realizar as operações necessárias. Em uma próxima etapa, Ohno deu às equipes, tarefas de organização da área de trabalho, forneceu ferramentas para pequenos reparos e atribuiu a elas as tarefas de verificação de qualidade. Após as equipes estarem trabalhando de maneira contínua, uma parte do tempo foi

destinada por Ohno para que a equipe sugerisse maneiras de gerar uma melhoria coletiva do processo.

Segundo Womack et al (1990), em se tratando do retrabalho, Ohno permitiu que cada trabalhador da linha de montagem, ao contrário do sistema de produção em massa, pudesse parar a linha de produção caso algum defeito fosse detectado. De maneira sistemática os trabalhadores aprenderam a identificar a raiz do problema, e posteriormente a sugerir a correção para que o mesmo problema nunca voltasse a ocorrer. À medida que os trabalhadores obtiveram experiência em identificar e rastrear os problemas até a raiz, o número de erros foi reduzido bruscamente. Outras consequências foram a redução da necessidade de retrabalho e o aumento da qualidade dos carros fabricados.

O objetivo do sistema Toyota era reduzir os estoques finais e intermediários; logo, ele trabalhava com pequenos lotes de produção e uma alta quantidade de entregas e transporte (SHINGO, 1996). Ohno eliminou os estoques de segurança, reduzindo os estoques entre os processos, e delegou a responsabilidade dos trabalhadores em identificar e em corrigir defeitos. Tornou-se necessário resolver os problemas ao invés de permitir que os produtos defeituosos chegassem até o final da linha de produção. O interesse nas ideias do STP surgiu principalmente pelo alto grau de competitividade que ele oferecia. Para Ohno (1997), de nada adianta um funcionário hábil sem uma equipe trabalhando na mesma frequência.

Na busca da eliminação de desperdícios, várias técnicas e ferramentas foram desenvolvidas, estando intimamente ligadas à mentalidade enxuta. A figura 1 ilustra como a filosofia *Lean* está estruturada: uma base forte conceituada na padronização e estabilidade da produção seguido por um bom treinamento da mão de obra para alcançar a meta que é o cliente. Muitos termos técnicos são utilizados como padrão para treinamento e comunicação, por exemplo, *kanban*, *kaizen*, *5S*, *just in time* (JIT) e *jidoka* (autonomação) que serão descritos adiante.

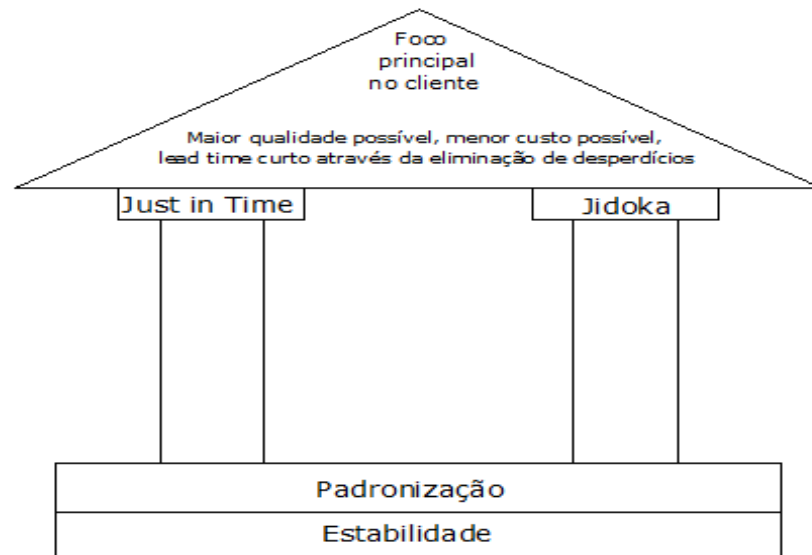


Figura 1- Estruturação da filosofia Lean

Fonte: Dennis (2008)

O STP funciona com base na estabilização e padronização dos processos. A padronização de atividades assegura que qualquer processo ou atividade sejam realizados da maneira correta, mantendo assim, uma estabilidade para a produção.

Um dos pilares do sistema é a técnica *just in time* - JIT que tem como objetivo a melhoria contínua do processo produtivo. Isso inclui fornecer o produto certo, na quantidade certa e no momento certo, em todos os estágios do processo de produção. Sua finalidade é assegurar o fluxo contínuo de materiais, serviços e produtos em toda a sequência das relações de interdependência e comprometimento, abrangendo fornecedores, empresas e clientes.

O outro pilar é o sistema *jidoka*, ou automação. Esse sistema faculta ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento toda a vez que for detectada alguma anormalidade na produção, a fim de resolver o problema encontrado e impedir produtos defeituosos. Ohno (1997) afirma que a ideia de parar a produção quando surge um problema é extremamente importante para a efetiva solução do problema, de modo que não haja mais reincidências.

Com seus dois pilares – JIT e *Jidoka* – e outros componentes essenciais, o STP visa atender da melhor maneira as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e no menor tempo possível (*lead time*). Tudo isso enquanto assegura um ambiente de trabalho em que

a segurança e moral dos trabalhadores constitua-se em reocupação fundamental da gerência.

O coração do sistema é o envolvimento: membros de equipes flexíveis e motivados, constantemente a procura de uma forma melhor de fazer as coisas. Através do envolvimento de toda a empresa, é possível alcançar a meta (o telhado) do sistema que tem o foco no cliente, assegurando que o mesmo tenha a mais alta qualidade com o menor custo (DENNIS, 2008).

Toyoda e Ohno obtiveram sucesso, ao notar as melhorias na produtividade, na qualidade dos produtos e na capacidade de resposta a mudanças do mercado. Foram mais de vinte anos trabalhando para implantar o conjunto de ideias do Sistema Toyota de Produção (WOMACK et al, 1990).

Devido ao fato dessa nova filosofia de produção não apresentar histórico teórico e por ter sido desenvolvida no Japão, seu uso permaneceu restrito ao oriente por um longo período. A partir dos anos 70, com a nova configuração do cenário econômico mundial devido à crise do petróleo, houve uma maior abertura das economias no mundo. Com o aumento da disputa no mercado mundial e à ampla disponibilidade de informações, as empresas tornaram-se mais exigentes e a corrida passou a ser pelo menor preço, rapidez de entrega e pela melhor qualidade. Nessa época, o STP foi responsável pelo sucesso mundial da Toyota justamente quando a maioria das empresas passava por sérias dificuldades. O sistema ganhou notoriedade e se encaixava nas necessidades do ambiente competitivo ocidental que começava a se configurar entre as décadas de 70 e 80 e originou o novo paradigma de produção, chamado de produção enxuta.

A partir daí, surgiram os primeiros registros sobre o tema, abrindo as portas da nova linha de pensamento para o ocidente. O conceito de mentalidade enxuta foi formulado no início da década de 90 e firmou-se como um novo paradigma de produtividade na manufatura, tornando-se o enfoque de produção emergente mais praticado, mesmo que parcialmente, por grandes empresas americanas e europeias e oferecendo diversas aplicações em vários setores da indústria. O termo produção ou mentalidade enxuta, segundo Koskela (1992), invés de definir um conjunto específico de métodos refere-se a um uso intensivo de ideias de uma nova filosofia de produção.

Womack e Jones (1998) dizem que a mentalidade enxuta é uma forma de especificar valor, alinhar melhor a sequência das ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de

forma cada vez mais eficaz, obtendo assim, o fluxo contínuo da produção. Segundo os mesmos autores, o conjunto de princípios que orienta esse paradigma de produção e que traduz as ideias do STP é:

O valor é criado pelo produtor, entretanto é definido apenas pelo cliente. É o preço que ele está disposto a pagar por um produto que satisfaça suas exigências. Segundo Alves (2000), é preciso que, ao sair da empresa, o produto satisfaça aos anseios do cliente, invés de ser apenas entregue o resultado de um processo de produção perfeito, mas que não lhe é atraente.

O fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para um produto específico percorrer as tarefas de resolução de problemas, tarefas de gerenciamento de informação e a tarefa de transformação física. Nesta etapa podem ser encontrados três tipos de atividades: aquelas que realmente agregam valor ao produto; aquelas que não agregam valor diretamente, mas são necessárias para o processo de produção; e aquelas que não agregam valor e são também desnecessárias, devendo ser eliminadas imediatamente.

No fluxo contínuo com o mapeamento do processo e a eliminação das atividades que não agregam valor eliminadas, a próxima etapa é fazer com que as atividades, importantes para o processamento do produto, fluam de forma contínua.

Na produção puxada, como o nome sugere, o cliente puxa a produção. Para o *lean thinking*, produzir mais do que o necessário, criando estoque (superprodução), é a forma de desperdício mais combatida, inclusive por ser esta uma cultura largamente difundida pela produção em massa. *Lean production* significa produzir na quantidade certa, na hora certa, somente para atender à demanda.

As empresas que aplicam os quatro conceitos anteriores começaram a identificar que os processos envolvidos em sua produção terão uma redução de tempo, esforço, custo e erros, resultando em perfeição produtiva. O processo deverá ser contínuo para aproximar o produto acabado do desejo do seu cliente final. Esta etapa promove o sentimento de oferecer sempre a melhor qualidade, seja para o cliente ou para a atividade seguinte, gerando a motivação de melhorar sempre.

O STP é um sistema flexível que oferece a base conceitual para sua aplicação, podendo ser implantado em qualquer tipo de indústria. Sua flexibilidade de implantação, assim como a grande variedade de outros sistemas, técnicas e ferramentas aplicáveis ao sistema fazem do STP uma metodologia lógica, prática, sustentável, um sistema de produção preocupado com a qualidade operacional e a satisfação do seu cliente.

A mentalidade *lean* (*lean thinking*) cria maneiras de tornar o trabalho mais satisfatório, fornecendo uma resposta imediata aos esforços para converter desperdício em valor, e também gera maneiras para rearranjar os postos de trabalhos, invés de eliminá-los em nome da eficiência (WOMACK E JONES, 2003). Para a produção enxuta sempre há uma maneira melhor de fazer qualquer atividade, pois assim como o mercado muda, a empresa deve mudar para se adequar às novas exigências desse mercado. Assim, a busca da perfeição, ou seja, de melhoria contínua, deve ser algo constante nas empresas que queiram se manter no mercado ao longo do tempo.

2.2. Lean Construction

2.2.1. Origem da Lean Construction

O sistema de gestão *Lean Construction* foi desenvolvido a partir das premissas do STP, surgido na década de 50 no Japão. O mesmo teve notoriedade durante a década de 70, quando mostrou-se eficiente ao manter seus padrões de produção em meio a uma crise econômica. O objetivo desse novo conceito era a eliminação dos desperdícios através de uma abordagem prática, visando a diminuição dos custos de produção, mas com o aumento da qualidade do produto final.

Durante a década de 80 começaram a ser introduzidas algumas técnicas e ferramentas de gestão na construção civil. Seu objetivo era a eliminação do desperdício no processo produtivo, o qual era visto como a principal causa de ineficiência. Porém, a visão de desperdício era sinônimo de entulho ou resto de material oriundo da obra e assim, uma obra sem entulho era uma obra eficiente. De acordo com Isatto et al (2000), devido a essa visão restrita dos desperdícios – de acordo com o paradigma de transformação ou conversão – as tentativas de reduzi-los não tiveram o êxito esperado.

A partir dos anos 90, começaram a surgir os primeiros trabalhos sobre a utilização da filosofia *Lean* na construção civil. A obra que representa o marco da construção civil é do pesquisador finlandês Lauri Koskela que publicou "*Application of*

the new production philosophy in the construction” em 1992 pelo CIFE (*Integrated Facility Engineering*) ligada à Universidade de Stanford (E.U.A.). Após isso, foi criado o *International Group for Lean Construction* – IGLC, cuja estratégia é a disseminação do novo paradigma na construção civil em diversos países.

Conforme Formoso (2002), nesse relatório, Koskela (1992) desafia os profissionais da Construção Civil a quebrar seus paradigmas de gestão e a adaptar as técnicas e ferramentas desenvolvidas com sucesso no STP.

2.2.2. Conceitos e princípios

Na construção enxuta a ideia central é perceber que os custos totais de qualquer produto levam consigo uma parte que é o custo que não agrega valor algum na percepção do cliente. O desafio da construção enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro. Encontra-se na construção civil muitas atividades entendidas como não geradoras de valor. Tais perdas estão escondidas em movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros. Sua origem ocorre desde os projetos mal concebidos, desenvolvimento do planejamento executivo coordenado através de princípios obsoletos, predominância da individualidade de ações no canteiro, sendo essa manifestada por grupos ou pessoas, não havendo a ideia de conjunto. A noção pela gerência é que obtendo ganhos individuais, somarão um ganho maior do todo (SARCINELLI, 2008).

Ao pensar sobre a eliminação total dos desperdícios, principal bandeira do pensamento enxuto, deve-se ter em mente que o aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução de custos. Para isso, deve-se produzir apenas o necessário utilizando a quantidade necessária de mão de obra para se alcançar a eficiência desejada com o mínimo de desperdício e com o máximo de qualidade.

A geração de valor é um aspecto que caracteriza os processos na construção enxuta. O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Assim, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles externos ou internos.

O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão que transforma insumos (materiais e informação) em produtos intermediários (etapas da execução como

alvenaria e revestimentos) ou final (edificação), conforme ilustra a figura 2.

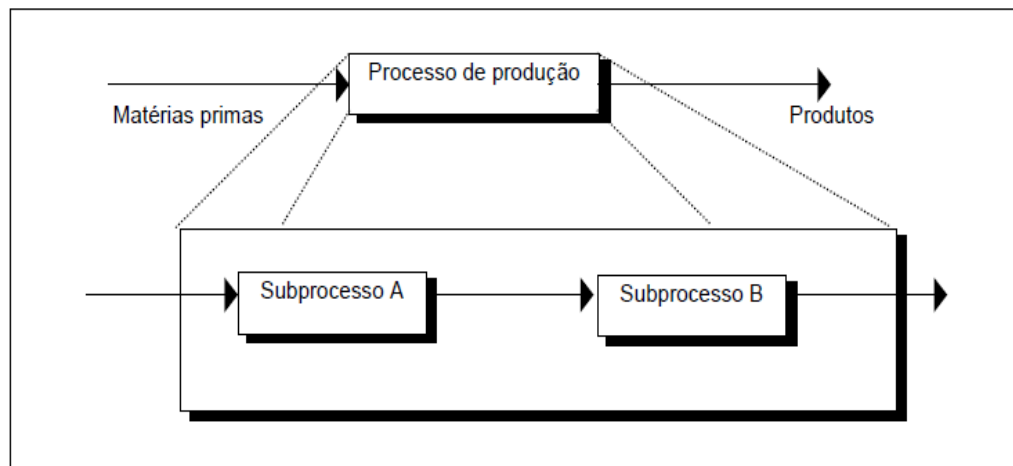


Figura 2- Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional

Fonte: Formoso (2005)

No entanto, este modelo apresenta algumas deficiências. Como o processo de conversão é visto como um todo, ou seja, não há distinção das atividades que não agregam valor como transporte, espera por material, retrabalhos, etc. Com isso, estima-se que 67% (cerca de dois terços) do tempo gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras estão nas operações que não agregam valor (FORMOSO, 2005). O controle da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos subprocessos individuais e não no sistema como um todo. Isso quer dizer que melhorias ou inovações tecnológicas em uma certa atividade, pode limitar a eficiência de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global. A não consideração dos requisitos dos clientes externos (finais ou em potencial) pode resultar na produção com grande eficiência, porém, de produtos inadequados. O mesmo é válido para os clientes internos (equipes subsequentes) o que pode gerar dificuldades construtivas para nas próximas atividades.

Já o modelo de processo da construção enxuta assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção, conforme figura 3.

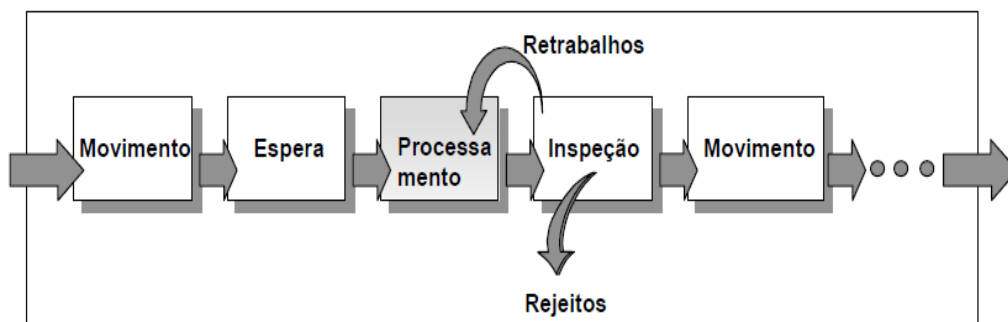


Figura 3– Modelo de processo da Construção Enxuta

Fonte: Koskela (1992)

O modelo da figura 3 é aplicável não só para os processos de produção, de caráter físico, mas também para processamentos de natureza gerencial como planejamento e controle, suprimentos, projeto, entre outros. Porém no caso de processos gerenciais, ao invés de materiais, ocorre o transporte, espera, processamento e inspeção de informações (fluxo de informações). Como exemplo, pode-se citar os dados de entrada, necessidades dos clientes e características do terreno que, após sucessivas atividades, são transformadas no produto projeto (arquitetônico, estrutural, instalações, entre outros).

Nesses modelos, as atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo denominadas atividades de fluxo. Porém, nem toda atividade de processamento agrega valor ao produto. Quando uma atividade é executada fora de padrão, é necessário o retrabalho, o que significa que a atividade não agregou valor e ainda causou desperdício de material, esforço humano, tempo e dinheiro.

Howell e Ballard (1998) citam que muitas pessoas se opõem em uma primeira exposição ao modelo da Construção Enxuta porque parece ser a aplicação de uma técnica de fabricação para a construção civil. E, mesmo sendo utilizado principalmente nos processos de produção industriais, é adequado à construção justamente por possibilitar que ela seja vista de outra forma, através da manufatura e da alta padronização.

A metodologia *Lean Construction* está baseada nas premissas do STP em que as principais características, transpostas da metodologia da indústria de manufatura japonesa para o setor da Construção Civil são adaptadas para o cenário do canteiro de obras. Em seu trabalho, Koskela (1992) estabelece onze princípios,

inspirado nos cinco princípios da *Lean Production* (STP), aplicáveis efetivamente à indústria da construção civil. São eles:

1- Reduzir as atividades que não agregam valor

A eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas, não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas atividades de fluxo. Isso significa reduzir as atividades que consomem tempo, recurso ou espaço e que não contribuem para atender aos requisitos dos clientes. Isso é possível através do mapeamento dos processos, ou seja, representar o fluxo do processo e identificar e eliminar as atividades que não agregam valor ao produto.

Portanto, esse princípio visa, principalmente, a redução das atividades de movimentação, inspeção e espera. O processo de planejamento e controle da produção propicia sua implementação, no estudo elaborado de um layout de canteiro de obra que reduza distâncias entre locais de descarga de materiais e seu respectivo local de aplicação (SANTOS, 1999).

Formoso (2005) salienta que a eliminação de atividades de fluxo não deve ser levada ao extremo, pois existem atividades que não agregam valor ao cliente de forma direta, mas são essenciais à eficiência global dos processos. Como, por exemplo, instalação de dispositivos de segurança, treinamento de mão de obra, controle dimensional.

Esse princípio é considerado o mais essencial da construção enxuta, porque aperfeiçoa a eficiência dos processos e diminui as perdas eliminando algumas atividades de fluxo, dispondo equipamentos, ferramentas, informações em locais adequados visando à redução de movimentos desnecessários.

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

O cliente pode ser o consumidor final (externo) ou a próxima atividade no processo de produção, portanto, o valor é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do mesmo. Para atingir esses requisitos, é necessário que se conheça o processo como um todo, ou seja, mapear e estudar os processos a fim de identificar as necessidades dos clientes em cada etapa da obra.

Formoso (2005) ressalta que as informações sobre as necessidades, tanto dos clientes externos, como internos, devem ser consideradas no projeto do produto e na gestão da produção, pois esta identificação sistemática pode ser aplicada na

forma de um mapeamento do processo, utilizado como ferramenta de geração de valor.

3- Reduzir a variabilidade

É necessário haver a padronização dos processos para que se consiga reduzir a variabilidade, tanto na conversão quanto no fluxo do processo (SHINGO, 1996). Segundo Bernardes (2003), um produto uniforme é melhor aceito pelo cliente, sendo esta uma das principais razões para tentar diminuir a variabilidade.

Segundo Formoso (2005), existem diversos tipos de variabilidade envolvidos no processo de produção da construção civil:

- Variabilidade nos processos anteriores: Está relacionada aos fornecedores do processo de produção. Exemplo: Blocos cerâmicos com grandes variações dimensionais;

- 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;

- Variabilidade de demanda: relacionada aos desejos e necessidades dos clientes de um processo. Exemplo: Determinados clientes de uma incorporadora solicitam mudanças no projeto da edificação.

A variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor, pelos seguintes pontos negativos:

- Interrupção de fluxos de trabalho, causada pela interferência de equipes;
- Não aceitação de produtos fora de especificação pelo cliente.

Segundo Bernardes (2003) através de processos de planejamento e controle de produção, pode-se reduzir a variabilidade através da consideração sistemática de tarefas passíveis a serem executadas.

4-Reduzir o tempo do ciclo de produção

Segundo Koskela (1992), o tempo de ciclo está definido como sendo a somatória dos períodos de tempo (processamento, inspeção, espera e movimentação) necessários para a produção de determinado produto. Esse princípio pode ser relacionado com a necessidade de comprimir e ou reduzir o tempo disponível, como mecanismo de eliminação das atividades de fluxo, bem como as parcelas que não agregam valor.

Formoso (2005) apontou vantagens que a redução dos tempos de ciclo traz ao setor da construção civil:

- Entrega mais rápida ao cliente;
- Gestão dos processos facilitada;
- O efeito aprendizagem tende a aumentar;
- Estimativas futuras de demandas tornam-se mais precisas;
- O sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças da demanda.

Esse princípio aprimora a sincronização do fluxo de materiais e trabalhadores através de programações repetitivas e padronizadas, estabelecendo um sistema de produção menos vulnerável a variações de demanda, tendo como principal finalidade a encurtar o deslocamento do material no canteiro de obra até a etapa na qual acontecerá o seu processamento ou conversão.

5-Simplificar através da redução do número de passos ou partes

Esse princípio refere-se à simplificação dos processos, na forma de redução de passos existentes em um fluxo de material ou informação. Na medida em que se tem um maior número de passos envolvidos em um processo produtivo, atividades como movimentação, aumentam. Por meio desse ponto de vista, define-se que a redução do número de passos, leva a eliminação de atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).

Segundo Formoso (2005), esse princípio é frequentemente utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados, aplicado sob a utilização de elementos pré-fabricados, equipes polivalentes e um planejamento eficaz do processo de produção, que busque agregar pequenas tarefas em atividades maiores.

6-Aumentar a flexibilidade na execução do produto

Segundo Isatto et al (2000), o aumento da flexibilidade de saída está também vinculado ao conceito de processo, como gerador de valor, e refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. A aplicação desse princípio pode ocorrer na redução do tamanho dos lotes, no uso de mão de obra polivalente, na customização do produto, no tempo mais tarde possível e na utilização de processos construtivos, que permitam a flexibilidade do produto sem grande ônus para a produção, ou seja, a flexibilidade permitida e planejada.

À primeira vista, isso parece contraditório com a simplificação. Na realidade, podem ser complementares. O projeto de produtos, ou componentes modulares,

pode ser combinado com a redução do tempo de ciclos e maior transparência (KOSKELA, 1992).

7-Aumentar a transparência do processo

É possível diminuir a possibilidade de ocorrência de erros na produção proporcionando maior transparência aos processos produtivos (KOSKELA, 1992).

Para Junqueira (2006), a identificação dos problemas é facilitada pela disposição de meios físicos, dispositivos e indicadores, que podem contribuir para uma melhor disponibilização da informação nos postos de trabalho.

Isatto et al. (2000) citam algumas formas de aumentar a transparência do processo como: a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes; a utilização de dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo e aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S.

Esse princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção, na medida em que se disponibilizam informações, de acordo com a necessidade de seus usuários no ambiente produtivo (BERNARDES, 2003).

8-Focar o controle no processo global

Segundo Koskela (1992) a utilização de controle convencional, focado apenas em etapas ou partes de um processo, pode causar perdas, pois o mesmo não está levando em consideração o processo como um todo. Para Lorenzon (2008), um processo de produção pode atravessar vários níveis organizacionais, podendo inclusive ir além dos limites da empresa, envolvendo fornecedores e clientes. O emprego do elemento responsável por todo o processo e a utilização de equipes de funcionários autogerenciáveis propicia o controle de um processo de produção. Até mesmo processos complexos, devem apresentar condições de serem controlados e medidos, de preferência pela aplicação de indicadores globais que indicadores locais.

Como melhorias devem ser introduzidas de forma a melhorar o desempenho global da produção (SHINGO, 1996). Para Bernardes (2003), o controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra. Então, faz-se necessária, haver uma integração entre os diferentes níveis de planejamento, isto é, a longo, médio e curto

prazo.

Outra questão importante está nas melhorias pontuais, ou seja, melhorias que têm pouca abrangência ou ainda, podem vir a prejudicar o processo seguinte. Para Ohno (1997), pode-se melhorar o fluxo de produção de várias formas. Mas, se apressadamente compra-se uma máquina de alto desempenho mais avançada, o resultado será superprodução e desperdício.

Para Isatto et al. (2000) um grande risco dos esforços de melhorar um subprocesso é subotimizar essa atividade específica, dentro de um processo, com um impacto reduzido (ou até negativo) de desempenho global. De acordo com os autores, esse princípio pode ser aplicado na medida em que haja mudança de postura, por parte dos envolvidos na produção em relação à preocupação sistêmica dos problemas. Nesse caso, a integração entre os diferentes níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo) pode facilitar a implantação desse princípio (BERNARDES, 2003).

9-Introduzir melhoria contínua no processo

Conforme Lorenzon (2008), o esforço de diminuir o desperdício e o aumento da agregação de valor em processo produtivo deve ser realizado de forma incremental e interativa. A melhoria contínua pode ser institucionalizada por meio do estabelecimento de metas, como redução do estoque e apresentação de propostas para atingi-las.

Uma alternativa complementar é estimular a mão de obra para a responsabilidade de utilização de boas práticas, recompensando-a e desafiando o seu desenvolvimento. Iniciativas de apoio e dignificação da mão de obra são importantes. Pode-se destacar a utilização da caixa de sugestões, a premiação pelo cumprimento de tarefas e metas, o estabelecimento dos planos de carreira, a adoção das medalhas por distinção, entre outros (POZZOBON et al., 2004).

Para tal fim, a gestão participativa e o trabalho em equipe configuram-se como requisitos essenciais desde que embasados por critérios de utilização de indicadores de desempenho; definição clara de prioridades e metas a serem alcançadas; padronização de procedimentos e uma postura de identificação das causas reais dos problemas e implantação de ações corretivas.

Em Dennis (2008), à medida que expandimos, aprendemos a fazer perguntas tais como:

- De que forma envolveremos nossos membros de equipe?

- Quais são as habilidades que esses precisarão para se desenvolver?
- Como apoiaremos e manteremos o envolvimento?
- Qual o papel da gerência?

10-Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

As melhorias no fluxo dependem do impacto que terá na conversão e vice-versa. Essas atividades estão intimamente interligadas pois, por exemplo, de nada adianta investir em uma tecnologia para as atividades de transporte se a atividade de conversão não acompanha a velocidade e a funcionalidade do mesmo. Novas tecnologias na conversão podem acarretar menos variabilidade e, assim, benefícios no fluxo.

Conforme Koskela (1992), no processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias de conversão e quanto maiores os desperdícios inerentes ao processo de produção, mais proveitosos são os benefícios nas melhorias do fluxo, em comparação com as melhorias na conversão. O mesmo autor ainda complementa que a questão central é que melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas:

- Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em equipamentos;
- Fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão;
- Novas tecnologias na conversão podem acarretar menor viabilidade e, assim, benefícios no fluxo.

Nesse contexto, é necessário que exista um equilíbrio entre ambas.

Segundo Isatto et al (2000), para a aplicação desse princípio, deve haver uma consciência por parte da gerência de produção de que é necessário atuar em ambas as frentes. Primeiramente, eliminar perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo e, apenas posteriormente, avaliar a possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica. Para Bernardes (2003), esse princípio deve ser observado durante a etapa de projeto, bem como ao longo da formulação da estratégia de ataque à obra.

11-Referenciais de ponta – benchmarking

Segundo Isatto et al (2000), para a aplicação desse princípio, deve-se

conhecer os processos próprios da empresa; identificar boas práticas em outras empresas similares, tipicamente consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos; entender os princípios por trás dessas boas práticas e adaptá-las à realidade da empresa.

Pode-se usar o *benchmarking* como uma referência motivacional para traçar metas, alçar novos voos em direção à competitividade e crescimento da organização. Empresas de vanguarda apostam e investem em inovação, o que permite organizações de menor porte conhecer novas técnicas e ferramentas de melhorias com benefícios já testados.

Entretanto, conforme Ohno (1997), não se deve aceitar passivamente o que está escrito no 'manual', aquilo que deu certo em outros lugares, em outras circunstâncias. Mas sim entender porque deu certo, quais os princípios e técnicas pertinentes, e como eles poderiam servir para resolver a situação concreta em que o sistema produtivo está inserido.

2.2.3. Necessidade de aplicação na construção civil

Conforme Lorenzon (2008), a baixa produtividade e o desperdício na Construção Civil são históricos, e a situação atual de escassez de recursos obriga as empresas a realizarem modificações para poderem subsistir. De acordo com Formoso (2000), recentemente iniciou-se um movimento para implementação do pensamento *Lean* na construção. Esse esforço tem ocorrido principalmente por parte do meio acadêmico, porém já há empresas colocando em prática e outras interessadas em iniciar a aplicação dos princípios *Lean* em seus processos justamente para suprir a procura por desempenho e qualidade por parte das mesmas.

A indústria da construção civil diferencia-se das demais indústrias de manufatura devido a sua forma de produzir. A produção é considerada nômade pelo fato de que sua estrutura de produção (sua fábrica) que é deslocada para o local da produção (canteiro de obra) e é a mão de obra que se movimenta ao redor do produto, invés do produto se movimentar através do fluxo de produção, como na grande maioria das indústrias.

O ramo da construção é heterogêneo no sentido de que ele engloba desde microempresas a empresas de grande porte. Ele é complexo e abrange setores

industriais diversos como fornecedores de materiais; profissionais envolvidos na elaboração do projeto; prestadores de serviços; órgãos públicos; entre outros. Para que a rede trabalhe em compasso, é preciso que se tenha uma boa gestão dos serviços de projeto, compra de materiais, trabalhos burocráticos, comunicação e assim por diante.

O setor ainda é muito conservador e resistente as novas ideias e na inserção de novas tecnologias e modelos de produção. Os aprimoramentos de equipamentos, substituições de sistemas, técnicas, maquinarias, diversificação de materiais com desempenhos superiores aos convencionais, dentre outras inovações, são disponibilizadas cada vez mais no mercado. Há também dissolvido no mercado mundial uma modernização crescente em relação a metodologias de trabalho, organização, gestão das empresas em geral. Porém, há um abismo significativo entre um cenário que possui uma gama de condicionantes tecnológicos para desenvolvimento da construção civil e uma conjuntura também contemporânea, mas com impetuoso caráter tradicionalista. O cunho conservador do setor da construção impede, frequentemente, o estímulo de implementação de tecnologias nos projetos arquitetônicos, como também a adaptação destes na própria construção.

A construção civil é um mercado absorvedor de mão de obra desqualificada. O grau de escolaridade entre os operários é baixo ou inexistente. O conhecimento dos processos produtivos é aprendido na prática diária. O treinamento dos operários ainda é negligenciado pelas empresas e visto como um custo adicional e um risco do funcionário pedir aumento por estar qualificado. O resultado dessa inobservância gera uma baixa produtividade e graves problemas de qualidade. Segundo Oliveira (1997), uma das características geralmente atribuída aos operários da construção civil, é o de não se interessarem em realizar cursos de aperfeiçoamento ou especialização, fato que não se confirmou na pesquisa, que confirma a figura 4. O que realmente acontece, é que o operário tem muitas dificuldades para frequentar uma sala de aula após o período de trabalho. Mas, se o curso fosse transferido para dentro do canteiro de obra, talvez ocupando um pequeno período do trabalho, os resultados com certeza recompensariam a empresa.

Se lhe fosse oferecido cursos de treinamento / especialização, você:	ABSOLUTO	RELATIVO
Não faria o curso	10	20%
Faria se o curso fosse oferecido durante o horário de trabalho	9	18%
Faria, mesmo que fosse fora do horário de trabalho	31	62%
TOTAL	50	100%

Figura 4- Interesse dos operários por treinamento e especialização

Fonte: Oliveira (1997)

Os resultados da pesquisa de Mutti e Heineck (1996 apud OLIVEIRA, 1997) comprovam que os cursos de especialização dentro dos canteiros de obras são viáveis e produzem bons resultados, se forem ministrados de modo correto, o professor adequando-se à realidade dos alunos.

Todas essas peculiaridades do setor, entre outras, são geradoras de incertezas; baixa produtividade; grande utilização de esforço humano e recursos naturais; alto índice de perdas; entre outros. No entanto, o produto final oferecido é caro e de baixa qualidade. Entretanto, a construção civil vem passando por sucessivas mudanças ao longo dos últimos anos, o que tem exigido deste setor uma maior mobilidade em busca do aumento da eficiência dos seus processos, para atender às necessidades de clientes cada vez mais exigentes. Porém, é importante ressaltar o fato de que as mudanças ocorrem de forma lenta, o que se deve tanto a fatores culturais, quanto a fatores tecnológicos e mercadológicos.

Conforme Formoso (2002), Koskela em seu relatório publicado em 1992, desafia os profissionais da Construção Civil a quebrar seus paradigmas de gestão e adaptar as técnicas e ferramentas desenvolvidas com sucesso no STP. A maioria dos estudos de implantação da *lean*, de acordo com Johansen e Walter (2007, apud WIGINESCKI, 2009), demonstra o potencial de melhorias por meio da aprendizagem. A mudança de tradições e comportamento, entretanto, parece ser uma condição prévia necessária para a implantação da construção enxuta. O *lean thinking* é amplo e o setor de construção civil é complexo e diversificado. Assim há um grande potencial para a aplicação desse conceito. Pode-se dizer também que há diversas oportunidades de aplicação não exploradas até o momento (PICCHI, 2003).

Conceitos apenas não promovem mudanças se não tiverem métodos e

técnicas para que seja possível operacionalizar, transformar em ações aquilo que é pretendido pelas definições teóricas. Assim, a fixação das bases teóricas que orientam a produção deve acontecer e estar muito bem definida e organizada. Recursos práticos em uma obra viabilizam alinhar o sistema produtivo com o modelo desejado. A estratégia da organização lida com as definições conceituais e define o modelo e as diretrizes a serem seguidas.

2.2.4. Ferramentas auxiliares

O sistema de produção enxuta mostra-se muito versátil na utilização de ferramentas e outras técnicas auxiliares na implantação da metodologia. Essas ferramentas facilitadoras trazem benefícios que se estendem além fábrica, podendo ser implantadas no dia a dia de cada indivíduo possibilitando a organização e controle da rotina diária, o planejamento de metas e o melhoramento no modo de vida.

A construção civil carece de controle de produção. Além disso, o cenário onde a produção acontece é perigoso e muitas vezes caótico. O planejamento é ineficiente ou inexistente e não há troca de informações pertinentes a obra. Esse trabalho traz algumas ferramentas e técnicas para serem usadas como estratégicas na implantação da metodologia da construção enxuta.

As soluções estratégicas de uma empresa não devem se sustentar em vender e lucrar, mas em adotar procedimentos capazes de agregar valor à empresa, garantindo desempenho no futuro e a qualificação continuada de seus processos.

A empresa deve estar focada no que é primordial para a implantação do sistema enxuto e isso envolve o planejamento; a organização, segurança e higiene do local de trabalho; o controle da produção e a busca incessante por melhorias.

2.2.4.1. Planejamento

O planejamento melhora a produtividade por meio da redução de atrasos, da realização do trabalho na menor sequencia construtiva, combinando a força de trabalho com o trabalho disponível, coordenando atividades polivalentes interdependentes, entre outras. Uma das atitudes mais efetivas para a melhoria da produtividade é a melhoria do planejamento. Entretanto, alguns obstáculos são encontrados na indústria da construção (BALLARD, 1994, apud OLIVEIRA, 2013):

- O gerenciamento tem foco voltado no controle e deixa de lado as inovações;
- O planejamento não é criado como sistema, mas é compreendido em termos de habilidades e talentos de quem faz o planejamento;
- O planejamento é voltado ao cronograma, havendo a negligência do planejamento de equipes;
- O desempenho do sistema de planejamento não é medido;
- Falhas de planejamento não são analisadas para identificação e resolução da origem de suas causas;

O plano de longo prazo é elaborado com base no orçamento da obra e no cronograma físico-financeiro, como mostra a figura 5.

De posse dessas informações, a Diretoria da empresa verifica a disponibilidade financeira para determinado período, e a partir daí define datas de início e término de serviços. O cronograma físico-financeiro é feito para o controle da obra, e geralmente para a tomada de decisões quando ocorrem atrasos em relação ao plano inicial. As datas definidas são utilizadas para a elaboração do cronograma geral, que se tornarão metas a serem alcançadas pela equipe de engenharia da obra, e que serão reavaliadas conforme o andamento dos serviços em execução (BERNARDES, 2003).

Considerado o segundo nível de planejamento, pode também ser conhecido como planejamento tático ou *lookhead planning*. Busca vincular as atividades fixadas no planejamento de longo prazo com aquelas designadas no planejamento de curto prazo. Este plano é utilizado para a melhoria da eficácia do plano de curto prazo, e redução de custos e durações, pois através do mesmo os fluxos de trabalho podem ser analisados, visando um sequenciamento que reduza as atividades que não agreguem valor ao produto (BERNARDES, 2003).

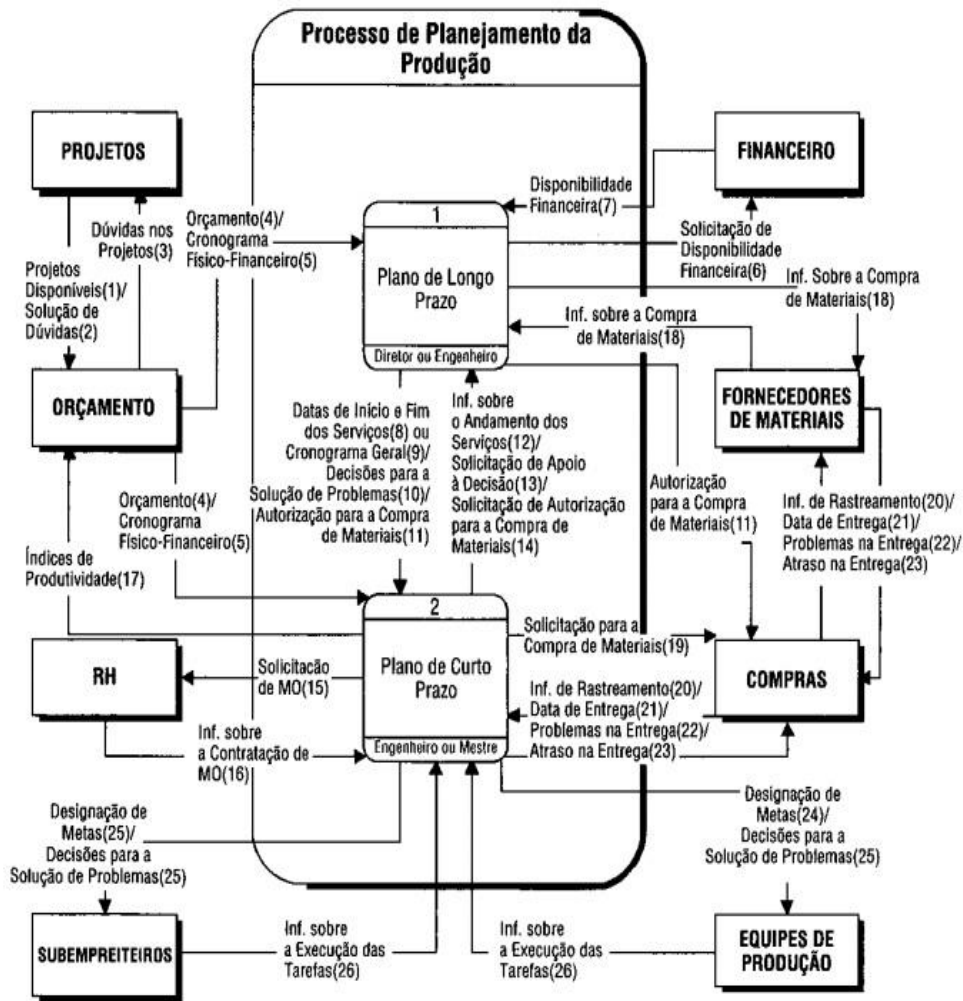


Figura 5-Diagrama de fluxo de dados característicos nas empresas de construção civil.

Fonte: Bernardes (2003)

Segundo Varalla (2003, apud DAL SANTO, 2013), o planejamento de curto prazo ou operacional, visa a análise de documentação de planejamento dos planos de longo e médio prazo, com o objetivo de converter e elaborar o plano operacional. O mesmo apresentará datas e previsões concretas, planejamento do canteiro de obras, gerenciamento dos recursos e qualidade do produto, visando a redução dos índices de desperdício dentro do canteiro de obras. O planejamento de curto prazo apresenta as tarefas a serem realizadas e suas respectivas equipes, para um horizonte de realização das atividades, diário, semanal ou quinzenal. O mesmo é elaborado levando em conta as especificações das atividades da obra, a

metodologia construtiva adotada para cada fase da construção, os equipamentos e tecnologias disponíveis, a qualificação da mão de obra, entre outros.

Com essa divisão de níveis, o planejamento traz uma melhor definição das atividades, proporcionando melhor visão ao gerente e aos envolvidos, já que a capacidade humana de conservar informações é reduzida (BERNARDES, 2001). Esse modelo proposto tem como principais finalidades:

- Fazer do Planejamento e Controle da Produção (PCP) um processo gerencial, apresentando transparência no processo;
- Reduzir incertezas no processo de produção;
- Formalizar o planejamento para consultas e introdução de melhorias de produção ou na tomada de decisões;
- Melhorar o gerenciamento;
- Facilitar o controle.

A hierarquização do planejamento se refere à maneira como as metas de produção são vinculadas aos horizontes de longo, médio e curto prazo. Nesse caso, o detalhamento das metas fixadas nos diferentes níveis de planos deve ser maior, na medida em que se aproxima a data de execução da atividade, podendo ser colocado como uma forma de se reduzir o impacto da incerteza existente no ambiente produtivo (BERNARDES, 2003).

2.2.4.2. Programa 5S

Inicialmente, é difícil imaginar por onde começar na implantação do sistema enxuto. O programa 5S é baseado em cinco ações, ou *sensos* como é chamado também: *seiri*, *seito*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*, ou em português: separar (senso de utilização), classificar (senso de ordenação), limpar /inspecionar (senso de limpeza), padronizar (senso de saúde) e manter (senso de auto-disciplina).

O sistema oferece suporte para a organização e padronização no local de trabalho e, segundo Silva (1996), enfatiza a prática de hábitos saudáveis para a integração do pensar, do agir e só sentir. As etapas consistem no seguinte:

Seiri – Separar (senso de utilização): O primeiro princípio está relacionado ao sentido de utilidade, conforme Silva (1996), utilizar os recursos com bom senso e

equilíbrio, evitando ociosidades e carências. Deve-se manter no ambiente considerado, apenas os recursos necessários.

Esta primeira fase parece uma tarefa simples, todavia, a remoção destes objetos pode-se revelar uma tarefa bem exaustiva e algumas vezes complexa. A figura 6 mostra o fluxograma auxilia no processo de decisão durante esta fase.

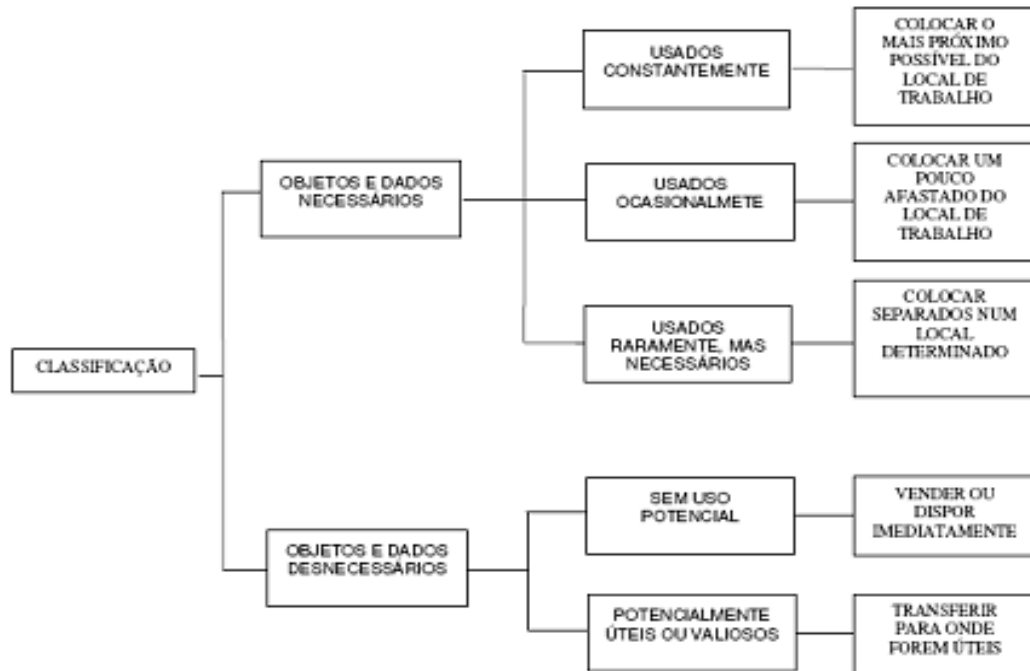


Figura 6– Senso de utilização

Fonte: Silva (1996)

Apesar da certa complexidade, os benefícios imediatos são vistos no ganho de espaço no ambiente, assim como o ganho de tempo na busca de ferramentas, materiais; a melhoria no ambiente de trabalho, a maior produtividade e menor índice de lesões de funcionários também são efeitos positivos observados em curto prazo.

Seiton – Classificar (senso de organização): Após a seleção de tudo aquilo que realmente será necessário para a realização do trabalho, é preciso arrumar de maneira organizada e identificar locais adequados para guardar cada item, separá-las e etiquetá-las de acordo com sua categoria. A ideia é de que ferramentas, materiais, etc, estejam sempre de fácil acesso, ou seja, identificar e arrumar tudo para que qualquer pessoa possa localizar facilmente. Algumas medidas podem ser adotadas para a prática desse senso:

- Uso de rótulos, símbolos e cores vivas para identificação;

- Exposição visual de informações importantes;
- Definição de locais específicos para diferentes objetos, bem como a maneira de armazená-los;
- Padronização de nomenclaturas ou siglas;
- Desenvolver o hábito de guardar objetos no local correto após sua utilização

Com essas medidas, já será possível notar algumas melhorias como na melhor ocupação do espaço físico possibilitando uma melhor organização do ambiente e otimização no armazenamento de materiais, ferramentas, etc, facilitando o fluxo desses objetos.

Seiso – Limpar / Inspeccionar (senso de limpeza): Um grande motivador para um bom fluxo de trabalho é um local organizado e limpo. Mas para que o senso de limpeza abranja a todos de forma igual, conforme Dennis (2008) é preciso estabelecer um padrão de limpeza e deve-se decidir: O que limpar? Como limpar? Quem irá limpar? O que significa limpo?

Para que esta etapa tenha sucesso, pode-se criar listas de verificação com esquema do que deve ser limpo, sendo o mais específico possível. Determine os métodos de limpeza, bem como os materiais necessários. Além disso, a etapa em questão também significa inspeccionar, por isso, deve-se verificar com regularidade as condições do local de trabalho, assim como a condição dos equipamentos e ferramentas, a fim de mantê-los em perfeita utilização. O primeiro passo para a implantação deste senso é a conscientização sobre a importância e os benefícios da limpeza e organização no local de trabalho, sendo que cada trabalhador é responsável pelo seu posto de trabalho, suas ferramentas e utensílios. Os benefícios de se manter o local de trabalho limpo, adquirindo-se uma cultura de limpeza, segundo Silva (1996) está no sentimento de bem-estar nos funcionários, sentimento de excelência transmitido ao cliente, ótima manutenção dos equipamentos e até a prevenção de acidentes. A área de produção deve ser organizada e limpa no final de cada dia de trabalho, isto deve tomar menos de dez minutos.

Seiketsu – Padronizar (senso de saúde): Um padrão é uma base de comparação a fim de tornar óbvia uma condição fora do padrão para que se possa tomar contramedidas. Nesta fase é definido um padrão de limpeza e organização que por sua vez deverá assegurar que os benefícios das fases anteriores sejam respeitados, promovendo um espírito motivador por trabalhar em um local limpo, organizado e seguro.

Durante a fase, pode-se registrar as mudanças efetuadas através do registro dos métodos utilizados ou mesmo através de registro fotográfico. Estas informações serão utilizadas para definir o novo padrão de limpeza e adoção de rotinas e tarefas para manter o padrão conquistado. É muito importante criar propostas de melhorias com o intuito de tornar o trabalho futuramente mais fácil. Segundo Dennis (2008), o trabalho padronizado apresenta muitos benefícios:

- Estabilidade de processos
- Aprendizagem organizacional
- Envolvimento do funcionário
- Melhoria contínua (*kaisen*)
- Treinamento

Shitsuke – Manter (senso de autodisciplina): A disciplina deve ser colocada pela empresa através de novas rotinas e normas. Deve ser cobrado o cumprimento da disciplina desde a gerência até os trabalhadores no chão da fábrica, ou neste caso, do canteiro de obras.

A ideia é que cada um assuma a responsabilidade de seguir os padrões idealizados, não precisando chamar a atenção de um funcionário para fazer o que lhe compete. Ele faz o que tem que ser feito.

Dentro do 5S, o senso de autodisciplina significa ter todas as pessoas comprometidas com o cumprimento dos padrões técnicos e éticos e com a melhoria contínua em nível pessoal e organizacional (SILVA, 1996). Para o estímulo da autodisciplina, ações como: compartilhar missão, visão e princípios fundamentais; treinar para a criatividade; melhorar as comunicações em geral; atribuir responsabilidades e dar autoridade e lançar desafios compatíveis com as habilidades; promovem a sensibilização e conscientização da equipe, conforme figura 7.

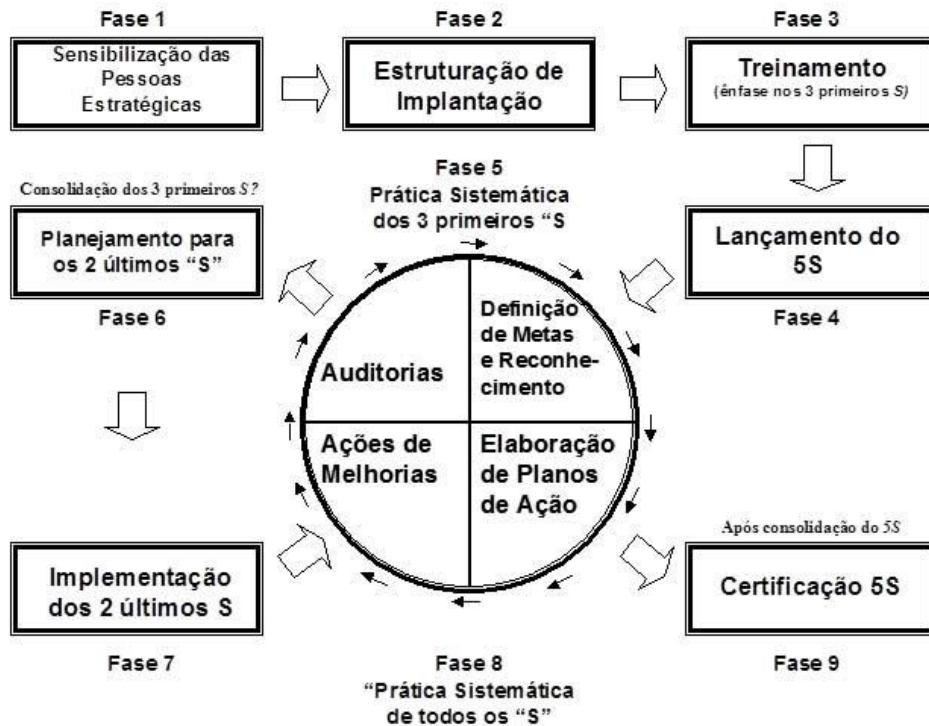


Figura 7– Implantação do programa 5S

Fonte: Silva (1996)

2.2.4.3. Gerenciamento visual

Os controles ou gerenciamentos visuais, de acordo com Solomon (2004), utilizam sinalizações para demonstrar, marcar, documentar e reportar tudo, de maneira que seja possível saber facilmente o estado das operações e das regras de operações. Um painel de controle visual ou painel de comunicação é usado para informar sobre o estado do processo e os problemas. Instruções gráficas de trabalho utilizam gráficos, desenhos ou vídeos para demonstrar as sequências de trabalho ou instruções de produção. Símbolos padrões e cores são utilizados para superar as barreiras de linguagem e comunicação. A alta rotatividade de operários e a presença de várias equipes distintas que se deslocam para dentro e para fora da construção tornam ainda mais importante a implantação de dispositivos visuais (FORMOSO et al, 2001).

A função do enfoque visual é identificar e eliminar problemas de informação com a utilização de soluções visuais que cubram todas as áreas de trabalho e

ambientes. O visual da área de trabalho é um ambiente de trabalho auto-organizado, autoexplicativo, autorregulamentado, e automelhorado, no qual o que deve ser feito é feito todas as vezes no tempo certo. Devido aos dispositivos visuais, ele apresenta informações vitais, de maneira visual, junto ao fluxo do trabalho, para que seja possível dizer o que é necessário saber apenas ao olhar GALSWORTH (2004, apud WIGINESCKI, 2009). Controles visuais podem dar uma contribuição importante para melhorar a eficiência dos sistemas de produção.

Uma gestão comunicativa promove o sentimento de transparência que permite ao sistema produtivo visualizar melhor o que está de fato acontecendo, padrões a serem seguidos, etc. O nível de transparência deveria ser suficiente para que até mesmo os próprios visitantes consigam compreender a situação atual de um sistema de produção, e conseqüentemente também conseguissem identificar os problemas existentes. De acordo com Formoso et al (2001), o baixo nível de transparência em canteiros de obras contribui para que os sistemas de produção na construção geralmente funcionem bastante abaixo de sua capacidade total. Embora o uso da transparência na construção civil seja um fato recente, várias características destes princípios tinham sido levadas em conta desde o início do século passado (OLIVEIRA et al, 2000)

Nesse contexto, segundo SANTOS (1999), o aumento da transparência significa aumentar a habilidade da produção em se comunicar com os trabalhadores, de modo que eles saibam o que devem fazer, como e quando. Essa é uma das principais ideias básicas de vários métodos e técnicas gerenciais como gerenciamento visual, programa 5S, entre outros.

2.2.4.4. Kanban

Para Ghinato (2000), é um sistema de cartão ou etiqueta que se fundamenta no fornecimento ao posto de trabalho posterior apenas das peças vendidas a este, de forma que o lançamento da fabricação no posto anterior só é realizado após a encomenda realizada pelo posto posterior.

O sistema de “puxar” a produção a partir da demanda – produzindo em cada estágio os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário – ficou conhecido no Ocidente como sistema *Kanban*. A palavra *Kanban*,

de origem japonesa, significa cartão ou sinal. Algumas vezes também chamado de “correia invisível”, pois controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, significa um cartão utilizado por um estágio cliente para avisar seu estágio fornecedor de que mais materiais devem ser enviados. Os *Kanbans* podem também ser divididos em três tipos (SLACK et al. 1999):

- *Kanban* de transporte: usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para o destino específico. Nesse tipo, normalmente, terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e o destino para o qual ele deve ser enviado;

- *Kanban* de produção: representa um sinal para o processo de produção de que pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida nesse tipo, normalmente, inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além do destino para a qual o componente deve ser enviado depois de produzido;

- *Kanban* do fornecedor: utilizado para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componente para um estágio da produção. Nesse sentido, ele é similar ao *Kanban* de transporte, porém, normalmente, utilizado para integrar fornecedores externos.

Segundo Barros (2005), o *Kanban* funciona como uma encomenda interna fornecida a um posto de trabalho e como guia de remessa quando acompanha o produto resultante dessa encomenda. Dessa forma, o *Kanban* é uma “ordem de fabricação” que circula permanentemente no fluxo de produção, acompanhando o fluxo dos materiais e voltando sozinho para montante logo que os materiais são consumidos. O ritmo de produção é determinado pelo ritmo de circulação dos cartões (*Kanban*), o qual, por sua vez, é determinado pelo ritmo de consumo dos materiais. Um posto de trabalho a jusante comanda, assim, o posto de trabalho a montante.

O método *Kanban* apresenta como principais vantagens na sua aplicação as seguintes características:

- Permite expor os problemas da fábrica;
- Possibilita uma rápida e eficiente circulação, entre os postos de trabalho, da informação respeitante aos problemas da fábrica (avarias, peças defeituosas etc.);

- Desenvolve a coesão entre os postos de trabalho, em consequência da sua grande interdependência;

- Melhora a adaptação da produção à procura, visto que o tempo de reação a uma modificação eventual da procura é muito curto, porque apenas se produz para corresponder à procura;

- Melhora significativamente o serviço aos clientes, o que, normalmente, traduz-se por uma diminuição dos prazos de entrega;

- Descentraliza e simplifica a gestão, que se efetua diretamente na fábrica;

- Possibilita uma diminuição dos estoques (é um dos seus principais objetivos) e, conseqüentemente, gera uma libertação de espaços na fábrica, melhor arrumação dos espaços, maior facilidade na gestão de estoques e uma reação mais rápida a alterações.

Para conseguir alcançar essas vantagens, deve-se observar alguns fatores, ainda citados por PINHEIRO (2005 apud ROCHA, 2008):

- Necessidade de um bom layout do canteiro e dos meios produtivos;

- Eliminação de possíveis imprevistos;

- Desenvolvimento de relações privilegiada com fornecedores;

- Polivalência do pessoal

- Nivelamento da produção

2.2.4.5. 5W2H

A técnica 5W2H é chamada de plano de ação, sendo capaz de orientar as diversas ações que deverão ser implementadas. Uma ferramenta de caráter gerencial, que se aplica à realidade das equipes de aprimoramento no planejamento e na condução de suas atividades, identificando as ações e as responsabilidades de forma organizada para sua execução. Segue os elementos básico que seu convencionou chamar 5S2H (OLIVEIRA, 1996). O quadro 1 traz um resumo da técnica:

Questionamento	Tradução	Resposta procurada
<i>What?</i>	O que será feito?	(ação, etapas, descrição)
<i>Why?</i>	Por que deve ser executada a tarefa ou projeto?	(justificativa, motivo)
<i>Where?</i>	Onde cada etapa será executada?	(local)
<i>When?</i>	Quando cada uma das etapas deverá ser executada?	(tempo, datas, prazos)
<i>Who?</i>	Quem realizará as tarefas?	(responsabilidade pela ação)
<i>How?</i>	Como deverá ser realizada cada tarefa/etapa?	(método, processo)
<i>How much?</i>	Quanto custará cada etapa?	(custo ou gastos envolvidos)

Quadro 1– Resumo de 5W2H (plano de ação) genérico

Fonte: Oliveira (1996)

3. METODOLOGIA

O presente trabalho é de natureza qualitativa exploratória e fez uso de um estudo de caso como procedimento para diagnosticar a situação atual da produção em um canteiro de obra a fim de identificar situações geradoras de perdas para a aplicação da filosofia *Lean Construction*.

Primeiramente, fez-se necessário o estudo da fundamentação teórica do tema, realizado a partir de livros especializados, teses, sites, artigos de revistas e outros. Essa fundamentação teórica foi apresentada para o engenheiro responsável da empresa, com o intuito de apresentar o sistema de produção, suas vantagens e formas de implantação.

Entre os meses de março e abril de 2015, foram realizadas visitas ao empreendimento fonte do estudo. Foram feitas observações quanto à organização dos operários e a forma de produção dos mesmos, a organização, segurança e gestão do canteiro.

Para conhecimento da situação e levantamento de dados, foram utilizados recursos como registro fotográfico, questionamentos informais com o engenheiro e os operários do canteiro entre os meses de março, abril e maio.

A avaliação do estudo, feita entre maio e junho, possibilitou o desenvolvimento de uma série de ações como sugestão para a aplicação de cada princípio *Lean Construction*.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Situação atual do sistema de produção do empreendimento estudado

A empresa em que foi realizado o estudo é uma construtora de Santa Maria/RS e atua há 20 anos. A empresa já entregou mais de 10 empreendimentos e, possui dois empreendimentos em fase de execução e alguns em fase de estudo. Ela também se dedica a construção de casas para as classes média e alta.

O corpo técnico é constituído de um Engenheiro Civil (proprietário), uma Técnica em Segurança do Trabalho e um estagiário. Tem atualmente, treze funcionários atuando nas obras da empresa além de trabalhadores contratados por empreitada.

O trabalho de diagnóstico foi realizado em um empreendimento de cinco andares, sendo vinte e dois apartamentos de um, dois e três dormitórios, que encontra-se em fase de colocação da cobertura.

A primeira vista, o canteiro de obras mostra-se muito desordenado, com muito entulho misturado e espalhado pelo pátio da obra como pode ser visualizado na figura 8. Notadamente, não houve planejamento nem cuidado na definição dos locais para descarga e armazenamento de materiais.



Figura 8– Primeira vista do canteiro de obras

A segurança dos trabalhadores e de visitantes fica prejudicada por causa dos perigos oferecidos pela desordem, como por exemplo, madeiras com pregos espalhadas por todo canteiro. A situação não é muito diferente do que se costuma ver em muitos empreendimentos em fase de construção: um cenário típico de um canteiro de obras, visualmente feio, desorganizado, sujo e perigoso. As figuras 9 e 10 mostram uma visão geral da gravidade da situação.



Figura 9– Desordem



Figura 10– Entulho misturado

Em alguns locais, a circulação é dificultada ou impedida como na figura 11.



Figura 11– Movimentação dificultada pela quantidade de entulho

A quantidade do entulho gerado na obra é um fator de perdas muito importante a ser considerado. Com a falta de controle da produção, os erros são inevitáveis, favorecendo os retrabalhos, que por sua vez, geram entulho. O entulho de cacos de tijolos e argamassa são deixados no mesmo local onde foi feito o serviço ou então empurrados para outro local. As figuras 12, 13, 14 e 15 mostram os problemas com o entulho. Outros resíduos da construção como embalagens de tinta, madeiras, sacos de cimento, etc, são igualmente atirados em qualquer lugar



Figura 12- Recortes



Figura 13– Entulho na escadaria



Figura 14– Restos de materiais



Figura 15– Entulho espalhado

Observa-se que os funcionários não se preocupam com a situação e até contribuem com a desordem, não destinando o lixo gerado pelos mesmos em local adequado, como mostram as figuras 16 e 17.



Figura 16– Sujeira pelo canteiro



Figura 17– Sem local definido

A central de concreto foi estabelecida em um local de difícil acesso para os caminhões de entrega de agregados. Assim, não foram construídas baias para a armazenagem da areia e da brita, pois não há espaço para manobra e descarga do caminhão. Ambos os materiais acabam se espalhando e se misturam com facilidade dificultando a circulação, aumentando as perdas e a incerteza de qualidade da argamassa preparada *in loco*. As figuras 18, 19 e 20 mostram a central de concreto

suas deficiências.



Figura 18 – Materiais misturados



Figura 19– Sem baias para os agregados



Figura 20– Central de concreto

A grande maioria dos materiais que chegam ao canteiro não tem espaço de armazenagem pré-definido, sendo colocado no primeiro local vago, sem cuidado quanto a forma e a organização de estocagem como mostra as figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28. Essa desordem do espaço de trabalho impede o bom funcionamento dos fluxos, aumentando a movimentação e diminuindo a produtividade.



Figura 21– Tijolos maciços em um canto do canteiro



Figura 22 – Tijolos na calçada



Figura 23– Materiais armazenados sem cuidado



Figura 24 – Materiais sem local próprio



Figura 25– Estoque em desordem



Figura 26– Desperdício de materiais



Figura 27– Materiais do dia a dia sem organização



Figura 28– Materiais sem cuidados básicos

Além de desordem na armazenagem do material, há pouco ou nenhum cuidado com as perdas. Nota-se uma grande quantidade de materiais espalhados, quebrados ou mesmo em boas condições, o que leva a se confirmar o ditado popular que diz que a cada três edifícios construídos, um é jogado fora devido à quantidade de perdas geradas. As figuras 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 e 38 mostram a incrível quantidade de materiais quebrados, ou mesmo em bom estado, porém, descartados sem o devido cuidado e como consequência, gerando desperdícios.



Figura 29– Tijolos variados



Figura 30– Sobra de uma alvenaria



Figura 31– Agregados misturados



Figura 32– Saco de cimento aberto e molhado



Figura 33– Sacos de gesso rasgados



Figura 34– Tijolos espalhados pelo canteiro



Figura 35– Materiais e entulho



Figura 36– Restos de materiais



Figura 37– Restos de aço



Figura 38– Mais restos de aço

Os cuidados com os equipamentos e ferramentas de trabalho, é outro caso de negligência e perda de valor. Na obra havia três betoneiras, mas somente uma estava funcionando. Uma das betoneiras estragadas, ainda estava em local impróprio, dificultando a descarga de material como mostra a figura 39. Observa-se na mesma figura ao fundo, um carro de mão, porém com o pneu furado e com isso, inutilizado.



Figura 39– Betoneira estragada

O mesmo ocorre na figura 40, outro carro de mão, também com o pneu furado e, também inutilizado.



Figura 40– Carro com pneu furado

Ainda falando na falta de zelo pelos equipamentos de trabalho, podem-se ver outros exemplos como na figura 41, que mostra o balancim colocado em um lugar qualquer, exposto às intempéries e ainda dificultando a circulação. Protetores de vergalhão estão espalhados por todas as partes da construção e do pátio como na figura 42 e 43.



Figura 41– Balancim no tempo



Figura 42– Protetores de vergalhão



Figura 43– Protetores de vergalhão atirados

A questão da segurança em um canteiro de obras é um item extremamente

importante, visto os perigos que os trabalhadores da construção estão expostos. Entretanto, a cultura de negação quanto ao uso de equipamentos de segurança, seja individual ou coletivo, ainda é muito enraizada entre os trabalhadores. A teimosia de certos operários faz com que alguns trabalhadores usem os EPI's somente quando a técnica em segurança visita a obra e, mesmo assim, muitas vezes, se mostram irritados em ter que usá-los. Não há autonomia para que a técnica em segurança adote medidas corretivas, o que favorece uma oportunidade de negligência e descaso como são mostrados nas figuras 44, 45 e 46, em que se pode notar EPI's jogados em qualquer canto, muitos quebrados ou servindo para outros fins que não de segurança, como é o caso de um capacete usado para acrescentar água no concreto da figura 47.



Figura 44– Capacete inutilizado



Figura 45– Botina jogada



Figura 46– Capacete quebrado



Figura 47– Capacete como medidor

As áreas de vivência para os operários são improvisadas e precárias. A cozinha e refeitório estavam instalados em um dos apartamentos e havia apenas uma geladeira e alguns bancos e cadeiras improvisadas como mostra a figura 48 e 49. Além disso, não havia local apropriado para que os trabalhadores guardassem os alimentos, assim como não havia fogão ou outra opção para fazer ou esquentar a refeição.



Figura 48– Refeitório



Figura 49– Instalações do refeitório

Também não havia armários para que os funcionários guardassem seus pertences, assim, cada um utilizava um apartamento qualquer para trocar de roupa e deixar seus pertences. As figuras 50, 51 e 52 mostram os locais usados como vestiário.



Figura 50– Sem vestiário



Figura 51– Pertences dos funcionários



Figura 52– Pertences espalhados

As instalações sanitárias encontram-se em péssimas condições de utilidade e higiene como são mostrados nas figuras 53, 54 e 55.



Figura 53– Instalações sanitárias



Figura 54– Lavatório por instalar

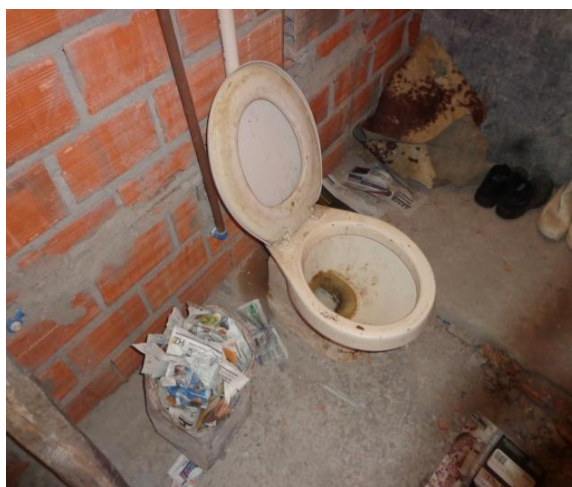


Figura 55– Condições sanitárias

O empreendimento apresenta muitos problemas de retrabalhos, recortes e serviços mau executados, como mostra as figuras 56, 57, 58 e 59. Os projetos não têm compatibilização e os problemas surgem e são “solucionados” pelos próprios operários e o engenheiro, não havendo o controle da produção. Algumas alterações são feitas durante a execução do empreendimento, gerando um grande número de perdas.



Figura 56 – Rasgos nas paredes



Figura 57– Muitos rasgos nas paredes



Figura 58– Parede rebocada e recortada



Figura 59– Recortes e entulho

Os operários seguem uma rotina de trabalho governada por eles mesmos e com pouco acompanhamento técnico. O pedido de material, a especificação quanto ao tipo, tamanho e quantidade é feito pelos próprios operários e não há controle de quantidade demandada e quantidade consumida. Alguns serviços são terceirizados. O serviço de alvenaria de vedação, por exemplo, foi realizado por uma equipe terceirizada. A mesma foi contratada informalmente, sem contrato de serviço que diga ao menos suas obrigações e deveres. A grande maioria de empresas terceirizadas é desqualificada, pois não seguem padrões de qualidade e muito menos oferecem mão de obra treinada e capacitada. O serviço entregue é ruim, apresenta uma estética feia que diminui o valor do produto. Alguns serviços podem

ser classificados como bizarros, visto a forma como foram executados como mostram as figuras 60, 61 e 62. Nas imagens pode-se ver a alvenaria de um poço de ventilação, os tijolos foram assentados de qualquer jeito, literalmente, e a verga da janela é quase inexistente, o que favorecerá em curto prazo, possíveis problemas de patologia.



Figura 60– Tijolos mau assentados



Figura 61– Trabalho mau executado



Figura 62– Sem qualidade final

Ou então, elas podem começar antes mesmo de a obra acabar como mostra a figura 63.



Figura 63– Problemas de execução

Observando a obra de uma visão geral e do ponto de vista de um leigo ou um comprador em potencial talvez, o empreendimento apresenta uma organização muito fraca, a falta de condições de limpeza, segurança e controle da produção, transmitem uma imagem negativa da empresa. Porém, ainda há algo a ser considerado como positivo. No setor de instalações hidráulicas, há um único encarregado e por ser funcionário da empresa há algum tempo e demonstrar seu empenho em fazer o trabalho de forma correta e com qualidade, este funcionário tem a autonomia e a responsabilidade de receber e organizar seu material (tubos, conexões e ferramentas) em um apartamento onde somente ele é o responsável

técnico possuem a chave. O local é limpo e organizado, figuras 64 e 65, mas também não há controle entre demanda e consumo de material.



Figura 64– Materiais hidráulicos



Figura 65– Organização das tubulações

A falta de um planejamento e de um controle sério do processo produtivo está dificultando toda a cadeia de produção. Os operários, sem acompanhamento de um responsável técnico nem delegação de tarefas, fazem o que aprenderam na prática do dia a dia, visto que não tiveram treinamento nem antes de trabalharem na empresa, nem quando se tornaram funcionários dela.

A empresa ainda está vinculada às práticas antigas da construção civil, ou seja, grande utilização de recursos, grande geração de resíduos, falta de planejamento, gestão e controle da produção. Sendo assim, o sistema enxuto mostra-se como uma grande oportunidade para que a organização venha a aplicar a metodologia sugerida, vindo a se tornar mais competitiva no mercado da construção

civil.

4.2. Implantação da *Lean Construction* segundo a aplicação dos 11 princípios

Womack; Jones (1998) estabelecem alguns passos necessários à transformação enxuta. Os passos iniciais são:

- Encontrar um agente de mudança: uma pessoa que lidere a missão de causar a mudança cultural na organização;
- Conhecer as técnicas enxutas: todos os funcionários da empresa devem conhecer o sistema, seus conceitos, ferramentas e técnicas auxiliares;
- Encontrar uma alavancagem: identificar os problemas/oportunidades de melhorias;
- Mapear os fluxos de valor: observar como se dão os processos de conversão atual e identifique as mais variadas formas desperdícios;
- Propiciar as primeiras mudanças radicais: implante uma técnica hoje
- Expandir o escopo: criar outras metas;
- Reestruturar a organização: dividir responsabilidades e delegar tarefas;

Para o bom funcionamento do processo é necessário que haja transparência, sendo os fluxos de trabalho visíveis e compreensíveis do começo ao final. Desta maneira, o trabalhador não apenas se conscientiza de como as atividades devem ser realizadas, mas também compreende a importância de todo o processo, o que torna mais facilitada a sua aplicação na obra (KRÜGER et al, 2005).

No quadro 2, são apresentadas algumas ações e seus objetivos para implantação do sistema enxuto no atual sistema construtivo estudado.

Princípio	Atividade	Objetivo
1. Reduzir as atividades que não agregam valor	Planejar o layout do canteiro	Arranjar o espaço físico, identificar entrada e saída, carga e descarga, vias de circulação, local de armazenamento
	Mapeamento dos processos	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício
	Planejar as atividades semanais	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução
	Melhorar os sistemas de transporte	Tornar mais eficiente a descarga de materiais no canteiro e o transporte dos mesmos dentro da obra
	Plano de ação 5W2H	Auxiliar no desdobramentos das atividades
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	5S	Melhorias na organização, limpeza e padronizações

Princípio	Atividade	Objetivo
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	Inspeção de prazo e qualidade dos serviços executados	Garantir o controle de qualidade para clientes internos e externos
	Gerenciamento visual	Difundir informações pertinentes aos serviços
	Planejamento	Identificar atividades e processos que venham a contribuir para a eficiência global
	Avaliação do sistema de produção pelos visitantes da obra	Coleta de opiniões e sugestões
	Planejar o layout do canteiro	Melhorar a apresentação do local de produção] e garantir a segurança do visitante
	Mapeamento dos processos	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Plano de ação 5W2H	Auxiliar no desdobramentos das atividades
3. Reduzir a variabilidade	Padronização dos insumos fornecidos	Manter padrões dimensionais, técnicos e estéticos
	Padronização de elementos construtivos	Facilitar o processo de produção desses elementos e diminuir desperdícios
	Padronização de processos	Buscar estabilidade na produção através do treinamento e repetição do processo padrão
	Planejar as atividades semanais	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Plano de ação 5W2H	Auxiliar no desdobramentos das atividades
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Dimensionar e treinar mão de obra polivalente	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho

Princípio	Atividade	Objetivo
4. Reduzir o tempo de ciclo	Planejar as atividades semanais	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução
	Dimensionar e treinar mão de obra polivalente	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho
	Inclusão de sistemas construtivos racionalizados	Facilitar o processo produtivo
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Execução de atividades paralelas	Mão de obra polivalente atuando em várias frentes de trabalho
	Mapeamento dos processos	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício
	Planejar as atividades semanais	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Padronização de processos	Adotar padrões operacionais
5. Simplificar pela diminuição do número de pessoas e/ou partes	Mapeamento dos processos	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício
	Inclusão de sistemas construtivos racionalizados	Facilitar o processo produtivo
	Dimensionar e treinar mão de obra polivalente	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho
	Usar serviços oferecidos por fornecedores	Diminuir processos dispendiosos dentro do canteiro
	Padronização de processos	Buscar estabilidade na produção através do treinamento e repetição do processo padrão
	Planejar as atividades semanais	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	5S	Melhorias na organização, limpeza e padronizações
	Plano de ação 5W2H	Auxiliar no desdobramentos das atividades
6. Aumentar a flexibilidade na execução de produto	Planejamento	Identificar atividades e processos que venham a contribuir para a eficiência global
	Estabelecer regras para customização	Limitar datas para modificações de projeto sem custo ao cliente
	Inclusão de sistemas construtivos racionalizados	Facilitar o processo produtivo
	Dimensionar e treinar mão de obra polivalente	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Gerenciamento visual	Difundir informações pertinentes aos serviços
	Kanban	

Princípio	Atividade	Objetivo
7. Aumentar a transparência	Gerenciamento visual	Difundir informações pertinentes aos serviços
	Instalar dispositivo visual com informações para visitantes	Regras para visitantes
	Utilizar indicadores de desempenho da produção	Informar o desempenho das equipes e cobrar melhorias
	Informar os clientes sobre a conclusão de cada etapa	Para que ele saiba a situação do empreendimento ou fazer modificações
	5S	Melhorias na organização, limpeza e padronizações
	Planejar as atividades semanais	Organizar a sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária além de definir um o prazo para execução
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
8. Focar o controle em todo o processo	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Mapeamento dos processos	Eliminar atividades que não agregam valor e as perdas devido ao desperdício
	Dimensionar e treinar mão de obra polivalente	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho
	Gerenciamento visual	Difundir informações pertinentes aos serviços
9. Estabelecer a melhoria contínua	Institucionalizar a metodologia Lean	Conhecimento dos conceitos, princípios e técnicas
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Gerenciamento visual	Difundir informações pertinentes aos serviços
	Dignificação da mão de obra	Reconhecimento e premiação do bom desempenho individual
	Gestão participativa	Coleta de sugestões dos próprios envolvidos no sistema produtivo
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Plano de ação 5W2H	Auxiliar no desdobramentos das atividades
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação

Princípio	Atividade	Objetivo
10. Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões	Mapeamento dos processos	Identificar pontos fracos e fortes
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Introdução de sistemas de inovação	Utilizar a tecnologia e a inovação a favor da produção
	Plano de ação 5W2H	Auxiliar nos desdobramentos das atividades
11. Fazer <i>benchmarking</i>	Avaliação do sistema de produção	Identificar pontos fracos e fortes
	Planejamento de longo e médio prazo	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Controle da produção	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Gestão participativa	Coleta de sugestões dos próprios envolvidos no sistema produtivo
	Plano de ação 5W2H	Auxiliar nos desdobramentos das atividades

Quadro 2– Ações para implantação da filosofia Lean Construction

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas empresas do ramo da construção civil ainda mostram-se enraizadas nas peculiaridades do setor. Um dos grandes problemas enfrentados é a falta de planejamento e controle da produção, mão de obra desqualificada, desperdícios de largas proporções, baixa produtividade e a falta de qualidade do produto final. A sugestão de implantação da metodologia *Lean Construction* tem como objetivo a qualificação da indústria da construção civil, trazendo para o setor um novo ponto de vista sobre os conceitos produtivos atuais.

A atual competitividade do mercado exige que as empresas exerçam maior controle sobre os seus gastos, bem como controle sobre o cumprimento de prazos. Portanto para entender esta realidade o foco no planejamento dos processos de execução das atividades é evidente, uma vez que o mesmo gera produtos que eliminam desperdícios de mão de obra, ou de materiais, ocorrido por consequência de retrabalhos.

O planejamento de um canteiro de obras visa melhorar e organizar a utilização do espaço físico. Essa organização e planejamento possibilitam que os operários e o maquinário trabalhem com segurança e eficiência, pois, o objetivo principal do canteiro é a minimização das distâncias de transporte de materiais e de tempos de movimentação do pessoal. Além disso, um canteiro limpo, organizado e desobstruído, favorece o cuidado e a manutenção do aspecto visual, causando um impacto positivo perante funcionários e clientes.

Durante a fase de observação do sistema produtivo pode-se notar o grande número de problemas gerados pela falta de planejamento e controle da produção. O atual sistema de produção não apresenta pontos fortes que justifiquem sua permanência, além disso, a organização passa por algumas dificuldades externas à obra, assim como problemas de ordem econômica, fazendo disso uma motivação a mais para a transformação para o pensamento enxuto. O diagnóstico realizado evidencia a necessidade de transformação e uma aplicação estreita e profunda é a mais recomendada para a utilização na empresa, visto que a mudança se inicia de baixo para cima, em ações aplicadas primeiramente nos projetos e, depois de testadas, são estendidas para o resto da organização.

Para Heineck et al. (2008) contribuem para a discussão quando relatam que ao avaliar os processos gerenciais de construtoras, percebe-se que em sua grande

maioria há necessidade de desenvolvimento de ferramentas, práticas e procedimentos para melhorar a coordenação e ainda é preciso facilitar a comunicação entre as entidades que praticam o planejamento. Mas para Kurek (2013), no tocante às dificuldades, a inércia para a transposição da falta de hábitos de controle da produção para a coleta de dados para geração de indicadores não é fácil de ser vencida e exige persistência.

Dentre as mudanças esperadas com a implantação do sistema enxuto, são citados:

- Aumento da competitividade;
- Aumento da produtividade;
- Aumento da estabilidade dos processos produtivos;
- Redução de efetivo de mão de obra
- Redução de prazos para a execução de atividades;
- Maior organização do canteiro de obras;
- Aumento do nível de satisfação de funcionários;
- Aumento do nível de satisfação dos clientes finais.

Com a realização deste trabalho, foi possível entender a importância da renovação dos conceitos e pontos de vista ainda praticados nos canteiros de obras. As melhorias na organização e limpeza do canteiro, bem como um sistema de produção planejado e controlado, apresentam-se como cartão de visitas da empresa, pois, é durante o processo de construção de um empreendimento que a organização pode mostrar seu diferencial e competência.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudo de caso.** Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing construção enxuta: understanding and action. International Group for Lean Construction, 6th Annual Conference, Proceedings, Guarujá, 1998.
- BARROS, E. S. **Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e pequenas empresas de construção.** Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- DAL SANTO, Rafaela Fernanda Nunes. **Aplicação dos conceitos da metodologia Lean Construction em conjunto com as técnicas de planejamento de canteiros de obras.** Universidade Federal de Santa Maria, 2013.
- DENNIS, P. Produção *lean* simplificada – Um guia para estudar o sistema de produção mais poderoso do mundo. Editora Bookman, 2008.
- FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos.** Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- FORMOSO, Carlos Torres. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obra.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul- NORIE/UFRS, 2002.
- FORMOSO, C. T. **Planejamento e Controle da Produção em Empresas de construção.** Tese Doutorado NORIES - UFRS, Porto Alegre, 2001.
- GHINATO, P. (2000) – Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: **Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações.** Ed. Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife.
- HEINECK, Luiz F.M.; MATOS, Paulo R. F.; BARROS NETO, José de Paula. Uma metodologia de implantação do Sistema Toyota de Produção em uma empresa de construção de edifícios a partir do suporte tecnológico do programa de inovação tecnológica INOVACON-CE. In **XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC** . Fortaleza, CE, Brasil, 7 a 10 de out de 2008.
- ISATTO, E.L. et al. (2000) - **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o**

controle de perdas na Construção Civil. 177p .Porto Alegre, SEBRAE/RS.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da lean construction para redução dos custos de produção da casa 1.0®.** Dissertação (especialização), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, EUA, CIFE, 1992.

KRÜGER, J. A.; HILGEMBERG, F. R.; SILVA, H. R.; FERREIRA, K. C. C. Formalization of tasks control in small size construction sites: starting the dissemination of lean construction ideas. 10o. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção; 4. **Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção**, 2005, Porto Alegre, RS.

KUREK, Juliana. **Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo-RS.** Dissertação. Universidade de Passo Fundo. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Passo Fundo, RS, 2005.

LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso.** Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

OHNO, T. (1997) - **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.** Bookman Companhia Editora, Porto Alegre.

OLIVEIRA, Érikson Ricardo Marques de. **Metodologia de implantação da construção enxuta: estudo de caso em construtora de porte médio.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

OLIVEIRA, K. A. Z, de; ALVES, T. C. L.; FORMOSO, C. T. O princípio da transparência aplicado ao processo de planejamento e controle da produção na construção civil . 8º Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, **Anais**, Salvador, 2000.

OLIVEIRA, Cristiane Sardin Padilla de Oliveira. **A qualificação dos mestres-de-obras e sua influência na qualidade de vida no trabalho dos operários da construção civil, no contexto da filosofia da qualidade.** Santa Maria : UFSM, 1197. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade.** 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1996

PICCHI, F. A. **Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção.** **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, Volume 03, No. 01, p. 7-23, 2003.

POZZOBON, C.; HEINECK, L. F.; FREITAS, M. Levantamento de inovações tecnológicas simples em obra. In. **I Conferência Latino-Americana de construção Sustentável; X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, São Paulo, 2004. Anais..., São Paulo: CLACS; ENTAC, 2004.

ROCHA, Robson Pereira. **Aplicação da técnica Lean Construction em empresas construtoras de edifícios residenciais.** Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.

SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management.** Thesis, School of Construction and Property Management, Univesity of Salford, Salford, UK, 1999.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. **Planejamento de Canteiros de Obras e Gestão de Processos.** Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SILVA, João Martins. **O Ambiente da Qualidade na Prática–5S** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção** 2ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 291p.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1999.

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

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

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **The machine that changed the world.** Macmillan Publishing Company, New York, USA, 1990

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

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking,** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003