

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO EM CANTEIROS DE
OBRAS COM UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE *LEAN*
*CONSTRUCTION***

Fábio Esser Sant'ana

TCC-EP-28-2010

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO EM CANTEIROS DE
OBRAS COM UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE *LEAN*
*CONSTRUCTION***

Fábio Esser Sant'ana

TCC-EP-28-2010

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luci Mercedes De Mori

Fábio Esser Sant'ana

**GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO EM CANTEIROS DE OBRAS COM
UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE *LEAN CONSTRUCTION***

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientadora: _____
Professora Dr.^a. Luci Mercedes De Mori
Departamento de Engenharia de Engenharia Civil, CTC

Examinadora: _____
Professora Msc. Carla Fernanda Marek Gasparini
Departamento de Engenharia de Produção, CTC

AGRADECIMENTOS

A MINHA ESPOSA, que me apoiou em todos os momentos de minha trajetória na graduação.

AOS MEUS PAIS, que me deram o exemplo de perseverança e força de vontade.

A MINHA ORIENTADORA, que me apoiou e incentivou neste trabalho.

À UEM e a todos os professores, que contribuíram para a minha formação como profissional e como pessoa.

À TURMA, pelos momentos passados juntos e pela amizade proporcionada que será levada para a vida toda.

A TODOS, que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

Muito Obrigado!!!

RESUMO

A *lean construction* trata de um modelo de mudança de paradigma na produção para um processo mais enxuto, voltado para as necessidades dos clientes, baseado no Sistema Toyota de Produção (STP). O presente trabalho aborda a melhoria de processos e redução/eliminação de perdas na construção civil através da *lean construction*, e identifica como ele pode ser aplicado no processo de produção da construção civil, por meio de ferramentas do STP no gerenciamento dos fluxos e conversões de materiais. Utilizou-se como procedimento técnico para a elaboração do trabalho a pesquisa bibliográfica e, a partir dela, identificou-se as formas de aplicação dos conceitos, princípios e ferramentas do Sistema Toyota de Produção e da *lean construction* no ambiente da construção civil e apresentaram-se exemplos de sua aplicação em canteiros de obras.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção, *lean production*, *lean construction*, construção civil.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO.....	V
SUMÁRIO.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE QUADROS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	IX
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	3
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4 METODOLOGIA	5
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	5
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO – STP	6
2.1.1 <i>Tipos de perdas</i>	7
2.1.2 <i>JIT e Autonomia</i>	10
2.2 LEAN PRODUCTION	17
2.2.1 <i>O conceito lean na organização</i>	20
2.3 LEAN CONSTRUCTION	23
2.3.1 <i>Modelo Tradicional versus Modelo de Koskela</i>	24
3 DESENVOLVIMENTO	30
3.1 CONCEITOS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	30
3.2 VISÃO DAS PERDAS VOLTADAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL	33
3.3 DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	36
3.3.1 <i>Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor</i>	36
3.3.2 <i>Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes</i>	38
3.3.3 <i>Reduzir a variabilidade</i>	39
3.3.4 <i>Reduzir o tempo de ciclo</i>	40
3.3.5 <i>Simplificar através da redução do número de passos ou partes</i>	42
3.3.6 <i>Aumentar a flexibilidade de saída do produto</i>	43
3.3.7 <i>Aumentar a transparência do processo</i>	44
3.3.8 <i>Foco no controle de todo o processo</i>	46
3.3.9 <i>Introduzir melhoria contínua no processo</i>	47
3.3.10 <i>Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões</i>	48
3.3.11 <i>Fazer benchmarking</i>	49
3.4 ESTUDOS DE CASO DE APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	49
3.4.1 <i>Estudo de caso 1 - realizado por Lorenzon e Martins (2009):</i>	50
3.4.2 <i>Estudo de caso 2 - realizado por Wiginescki e Krüger (2009):</i>	56
4 CONCLUSÃO.....	62
5 REFERÊNCIAS.....	64
ANEXO A– QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO DESENVOLVIDO POR CARVALHO (2008).....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	11
Figura 2 – Fluxo de Produção Tradicional versus Fluxo Unitário Contínuo.....	12
Figura 3 - Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional	24
Figura 4 - Modelo de Processo de Construção Enxuta	25
Figura 5 – Exemplo de situação na qual se eliminou uma atividade que não agrega valor.....	37
Figura 6 – Almojarifado.....	37
Figura 7 – Minimização no número de passos na execução de alvenaria.....	43
Figura 8 – Exemplo de aplicação do princípio da transparência de processos.....	46
Figura 9 – Resultados da entrevista estruturada realizada na construtora estudada.....	57

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: DIFERENÇAS ENTRE MANUFATURA E CONSTRUÇÃO	26
QUADRO 2 – ANÁLISE DAS EMPRESAS POR MEIO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	52
QUADRO 3 – CARACTERÍSTICAS OBTIDAS NO DIAGNÓSTICO REALIZADO NA CONSTRUTORA.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	Construção Enxuta
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMVP	International Motor Vehicle Program
JIT	Just-in-Time
LC	Lean Construction
LP	Lean Production
PE	Produção Enxuta
PIB	Produto Interno Bruto
STP	Sistema Toyota de Produção
TQC	Total Quality Control
TQM	Total Quality Manufacturing

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é muito importante para a economia, uma vez que representa uma boa parte do PIB em diversos países, a sua importância econômica não condiz com o nível de modernização gerencial, uma vez que é um ramo de atividade econômica que tem muitas dificuldades na adoção de novas tecnologias de gestão, enquanto outros setores da economia evoluem com certa facilidade e se atualizam cada vez mais rápido, o modelo de produção na construção civil tem caminhado a passos lentos.

Segundo classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a Construção Civil é um setor da indústria impulsionador da economia brasileira. Para um melhor entendimento da importância deste setor na economia nacional basta observar a sua participação no Produto Interno Bruto (PIB). De acordo com o IBGE todas as atividades industriais apresentaram crescimento de dois dígitos. Segundo o IBGE, a maior expansão foi observada na construção civil (16,4%) devido, principalmente, à expansão do crédito direcionado. Houve ainda um aumento de 14,1% na extrativa mineral, seguida pela indústria de transformação (13,8%) e por eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana (10,8%) (G1 ECONOMIA E NEGÓCIOS, 2010).

Ao se comparar outros indicadores como, por exemplo, volume de produção, capital circulante, empregos gerados e utilidade do produto, esta importância fica ainda mais evidente, o que não impede que o setor enfrente alguns problemas. É comum na construção civil as mudanças ocorrerem de forma lenta, o que se deve tanto a fatores culturais, quanto a fatores tecnológicos e mercadológicos (MIRANDA, et al., 2003).

Segundo Alves (2000), uma nova filosofia que explica de forma mais adequada as práticas da construção civil, tem como seu marco inicial a publicação de Lauri Koskela, em 1992, que define a expressão de *lean production* (produção enxuta), e logo em seguida esse mesmo autor apresenta outro conceito: *lean construction* (construção enxuta). Essa segunda origina-se a partir da aplicação da primeira no universo da Construção Civil. Porém, não existe clareza no que diz respeito à operacionalização dos princípios e conceitos envolvidos.

Estes modelos têm como princípio o Sistema Toyota de Produção (STP), o qual fez com que a Toyota se tornasse uma das maiores empresas automobilística em termos de rentabilidade e qualidade de seus produtos. De forma simples, inovadora, educativa e incentivadora, a Toyota vem implementando a mais de 50 anos esta maneira de fabricar automóveis, a fim de buscarem milhares de soluções para pequenos problemas do dia a dia. É com esse intuito que se objetiva transpor o Sistema Toyota de Produção para o canteiro de obras (HEINECK et al., 2009).

A construção enxuta possui alguns conceitos, entre esses se podem citar, além da necessidade de administrar as conversões, a necessidade de planejar e gerir fluxos de materiais e mão-de-obra, relacionados aos processos a serem desenvolvidos dentro do canteiro de obras, visando à redução das perdas nos processos construtivos (HEINECK et al., 2009)

O pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em suma, o pensamento enxuto é enxuto porque é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam (WOMACK e JONES, 1998).

A filosofia *lean* pode ser aplicada a todos os tipos de construção, e sua aplicação tornam transparente, a todos os envolvidos no processo, desde o servente até o gerente da obra, os conceitos e resultados dos modelos gerenciais. Trata-se de uma forma simples e eficiente de administrar recursos humanos e materiais com objetivo de aumentar a produtividade (HEINECK et al., 2009)

A construção enxuta visa identificar as etapas produtivas e fazê-las fluir de forma contínua e autônoma. Inicialmente busca-se entender a criação de valor para o cliente, eliminando etapas, partes, atributos e interfaces que não são objetos de demanda pelos usuários finais, ou pelas quais estes não têm o desejo de pagar. O espírito da melhoria continua é difundido na cultura da empresa, buscando níveis sempre mais elevados de desempenho. Grupos de trabalhadores se reúnem no que é chamado de uma célula de produção para a execução conjunta de uma série de serviços que anteriormente eram planejados e executados de forma individual por operários especializados na sua função (HEINECK et al., 2009).

Portanto, essa mentalidade enxuta vem incorporar um dos modelos mais bem sucedidos de gestão operacional no mundo, e sua aplicação é relativamente simples e barata, permitindo assim aos administradores da construção civil, um gerenciamento adequado a diversos tipos e tamanhos de empreendimentos.

1.1 Justificativa

A adaptação do modelo adotado no Sistema Toyota de Produção para a construção civil propiciam para esse setor uma metodologia de gestão de processos que agrega valor ao produto e traz para dentro do canteiro de obras o desejo de obter o comprometimento do pessoal que desempenha o trabalho, racionalizando o uso dos materiais e diminuindo os fluxos desnecessários dentro do canteiro de obras, o que torna o tema instigante.

A intenção desta pesquisa é abordar conceitos, técnicas e ferramentas usados no STP e como podem ser transferidos para outros seguimentos como, por exemplo, a construção civil.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

O trabalho visa compreender que existem outras formas de gestão na construção civil que podem tornar um canteiro de obras em uma célula de produção enxuta, auxiliado pelo modelo STP, que se tornou referência para vários setores industriais na atualidade. Com base nos princípios de *lean construction*, publicados por Koskela em 1992, serão apresentados modelos de transferência da metodologia construtiva atual para esta nova tendência mais limpa e econômica.

A contribuição que o modelo Toyota de Produção traz para o canteiro de obras é a visão das Perdas e uma busca pela melhoria contínua e redução de custos.

O significado da palavra *lean* que vem do inglês e significa “sem gordura”, já traduz o que o tema que será abordado pretende mostrar, ou seja, ao estender o significado desta palavra pode-se ter ideia do tema que trata a produção enxuta que também é um adjetivo com características positivas.

Busca-se, por meio da elaboração desta pesquisa, identificar na bibliografia específica da área como os princípios da *lean construction* têm sido implantados na prática nos canteiros de

obras das empresas que tem adotado esse modelo de gestão na atualidade. Serão descritos os princípios e as formas de implantação que serão identificadas na bibliografia, relatando o impacto de sua adoção.

Diante da carência de pesquisa baseado na experiência sobre empresas que seguiram os princípios da Construção Enxuta na cidade de Maringá-PR, há a necessidade de levantamento de dados através de pesquisa bibliográfica com modelos de estudo de caso pesquisados por outros autores em outros municípios do país. Utilizou-se como técnica secundária a observação indireta de evidências relacionadas com as práticas da Construção Enxuta.

Devido à dificuldade de identificar um único caso que permitisse um estudo mais profundo, a pesquisa foi desenvolvida de forma a estudar dois casos que permitissem uma análise mais rica de informações sobre o nível de adoção dos princípios da Construção Enxuta, suas deficiências e seus benefícios.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar o modelo *lean construction* e identificar como ele pode ser aplicado no processo de produção da construção civil, por meio de ferramentas do Sistema Toyota de Produção no gerenciamento dos fluxos e conversões de materiais, informações e mão-de-obra.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar as ferramentas STP e/ou métodos em específico, que foram adotados em processos de execução de obras de construção civil, as quais consistem em adequar ao processo de produção uma metodologia de trabalho para otimizar o emprego de materiais, mão-de-obra e os fluxos do trabalho em canteiro de obras;
- ✓ Analisar o impacto da aplicação de tais ferramentas no sistema de produção;
- ✓ Apresentar formas alternativas de implementação de algumas ferramentas do Sistema Toyota de Produção no modelo de gerenciamento de obras de construção civil.
- ✓ Analisar de que modo a aplicação dos conceitos e princípios da produção enxuta auxiliaram no controle do tempo e custos relacionados ao fluxo interno no canteiro de obra.

1.4 Metodologia

Do ponto de vista das metodologias técnicas esse trabalho se enquadra em pesquisa bibliográfica, refere-se à elaboração a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e material disponível na internet.

Conclui-se que este é a forma adequada para o desenvolvimento do trabalho, pois, qualifica a pesquisa científica como a realização concreta de uma investigação planejada e desenvolvida conforme as normas consagradas pela metodologia científica.

1.5 Estrutura do Trabalho

.Na revisão bibliográfica é apresentado, na opinião de outros autores, o conceito de Sistema Toyota de Produção, *lean production* e *lean construction*, assim como seu surgimento, mostrando-se como ele evoluiu desde Taylor até o Sistema Toyota. Foram abordados itens que fazem parte desta filosofia de produção, como, por exemplo, *just-in-time*, *lead time*, automação, *kaizen*, *kanban*, *poka-yoke*, entre outros.

No desenvolvimento é apresentado o tema da *lean construction*, Além disso, o texto apresenta conceitos de produção na construção civil, tendo como ideia a necessidade do estudo dos fluxos e conversões, já que estes normalmente não são mensurados, por não agregarem valor. Na sequência, o desenvolvimento apresenta os resultados e análises dos estudos realizados por outros autores, ressaltando como alternativas os princípios da construção enxuta adotados na gestão da construção civil.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Será delineada nesta revisão a base do princípio no qual se pretende transpor o sistema de produção da construção civil, através de seus conceitos e ferramentas.

2.1 O Sistema Toyota de Produção – STP

Após a segunda guerra mundial deu-se o início do Sistema Toyota de Produção, mas só depois da crise do petróleo em 1973 é que a Toyota Motor Co. chamou a atenção da indústria japonesa. Foi durante esta fase de problemas econômicos que os resultados da Toyota passaram a ter evidência devido a sua implacável perseguição à eliminação do desperdício (OHNO, 1997).

Segundo Shingo (1996, p. 101), quando se pergunta as pessoas o que é o Sistema Toyota de Produção:

A resposta mais comum a essa pergunta (80% das pessoas) irá reproduzir a visão do consumidor médio e dirá: “é um sistema *kanban*”; outras, 15% talvez, venham a saber, de fato, como ele funciona na fábrica e responder: “é um sistema de produção”; somente algumas poucas compreendem realmente o objetivo desse sistema e dirão: “é um sistema que visa à eliminação total das perdas.

O objetivo central do Sistema Toyota de Produção (STP) consiste em capacitar a organização para responder com rapidez as constantes flutuações da demanda do mercado através do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação. Dessa forma, o STP deve ser observado como um *benchmarking* fundamental no campo produção (SHINGO, 1996).

Com o objetivo de reduzir desperdícios a Toyota passou a acompanhar a demanda do mercado, produzindo apenas o que era pedido, reduzindo assim os estoques do processo, consequentemente reduzindo os custos e aumentando a rotatividade do capital de giro (MONDEN, 1984).

De acordo com Ohno (1997) não é um exagero afirmar que em época de baixo crescimento o desperdício institui um crime contra a sociedade mais do que uma perda para a empresa. O autor reitera que a empresa deve priorizar a eliminação dos desperdícios.

2.1.1 Tipos de perdas

Na busca para se eliminarem as perdas, Taiichi Ohno, engenheiro de produção da Toyota e um dos criadores do STP, identificou sete tipos de perdas (MONDEN, 1984):

1. Perdas pela superprodução: surge devido à produção em quantidades maiores do que as necessárias naquele momento (MONDEN, 1984).

Máquinas trabalhando o tempo todo, produzindo em sua capacidade máxima não significam eficiência. Se a quantidade produzida não estiver sincronizada com a demanda, então poderá haver perda. Esse estará materializado na forma de estoque. A superprodução não deve ser mais tolerada na nova forma de produzir. Ela é considerada perda (MONDEN, 1984).

2. Perda por tempo de espera: A perda devido o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. O lote fica “estacionado” à espera de sinal verde para seguir em frente no fluxo de produção (GHINATO, 2000).

Segundo Ghinato (2000), podem-se destacar basicamente três tipos de perda por espera:

- Perda por espera no processo;
- Perda por espera do lote;
- Perda por espera do operador.

A perda por espera no processo, de acordo com Ghinato (2000), ocorre quando o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos e/ou operador esteja disponível para o início da operação (processamento, inspeção ou transporte);

A perda por espera do lote, segundo o autor é relativa à espera a que cada peça componente de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham sido processadas para, então, seguir para o próximo passo ou operação. Esta perda acontece, por exemplo, quando um lote de 1000 peças está sendo processado e a primeira peça, após ser processada, fica esperando as

outras 999 peças passarem pela máquina para poder seguir no fluxo com o lote completo. Esta perda é imposta sucessivamente a cada uma das peças do lote. Supondo que o tempo de processamento na máquina M seja de 10 segundos, a primeira peça foi obrigada a aguardar pelo lote todo por 2 horas e 47 minutos (999 pçs. x 10 segundos) desnecessariamente;

A perda por espera do operador, de acordo com Ghinato (2000), ocorre devido à ociosidade gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina, de forma a acompanhar/monitorar o processamento do início ao fim, ou devido ao desbalanceamento de operações.

3. Perda com transportes desnecessários: o ideal é reduzir a zero os transportes já que estes não agregam valor ao produto final e tem um alto custo (SHINGO, 1988).

O transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é, no limite, a sua completa eliminação. A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos, pois, em geral, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item (GHINATO, 2000).

As melhorias na operação de transporte podem ser obtidas em duas etapas; layout de máquinas e adoção de um meio de transporte rápido. Se existirem muitos tipos de produtos, estes devem ser agrupados em processos comuns ou similares (MONDEN, 1984).

4. Perdas do processamento: ocasionadas pela falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão-de-obra ou de deficiências no detalhamento dos projetos (HEINECK et al., 2009).

Podem ser as partes do processamento que devem ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço. Podem ainda ser classificadas como perdas no próprio processamento e situações em que o desempenho do processo está muito longe da condição ideal. Pode-se citar como exemplos a baixa eficiência de uma fresa por força de problemas de ajuste de máquina ou manutenção ou o excesso de escoramento de formas para concretagem de uma viga por falta de um projeto detalhado (GHINATO, 2000).

5. Perdas por estoques: estão associadas à má administração, por não haver um controle adequado de estoques e a falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Isto pode resultar tanto em perda de capital quanto de material (MONDEN, 1984).

Tem-se o STP como um bom exemplo de combate do sistema de estoque, pois no mesmo, a quantidade a ser produzida é baseada unicamente pelo número de pedidos (SHINGO, 1996).

Esse sistema de produção usa a técnica de balanceamento de produção, ou seja, os produtos chegam no tempo necessário e na quantidade necessária na linha de produção, só é fabricada a quantidade que foi encomendada pelo cliente ou clientes. Em outras palavras, neste sistema os almoxarifados e depósitos são desnecessários, pois a produção é programada de acordo com a demanda, produzindo *just-in-time* (MONDEN, 1984).

A implacável eliminação do estoque é uma característica fundamental do STP, tendo como alvo real à redução de custos (SHINGO, 1996).

A existência de estoque era considerada inevitável há tempos atrás, já na década de 80 com o modelo STP mais desenvolvido. O sistema de produção que aceita os estoques se tornava obsoleto e o que rejeitava era considerado desenvolvido, pois os estoques aumentam os custos sem agregar valores (SHINGO, 1988).

Apesar dos custos e perdas os estoques têm o efeito de abrandar ou resolver uma série de problemas de produção, classificados por Shingo (1988), nos seguintes tipos: demanda não prevista, interrupções por quebra de máquinas, rupturas na produção devido a faltas de trabalhadores e problemas de preparação de máquinas.

6. Perdas por movimentos: decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de layout da indústria e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados, etc. (POWELL et al., 1998).

Os movimentos dos trabalhadores podem ser separados em desperdício e em trabalho, o desperdício é movimento repetido e desnecessário que deve ser imediatamente eliminado. O

trabalho é aquele com ou sem valor adicionado. Os operários estarem se movendo não significa que estão trabalhando (OHNO, 1997).

O trabalho para ser executado necessita de movimento, logo o que não agrega valor é essencial para o produto acabado. São atividades como buscar algum elemento, acionar uma máquina e outros. Essa forma de trabalho acontece devido às condições existentes no processo para que seja possível a produção (POWELL et al., 1998).

7. Perdas de produtos com defeitos: a qualidade do produto tem grande importância na etapa de fabricação, e todos os processos devem ser cuidadosamente gerenciados até a entrega ao consumidor final, sob o risco de se gerar produtos com defeitos (OHNO, 1997).

O STP contempla o princípio da produção com zero defeitos. No STP a fiscalização para avaliação da qualidade de um produto não deve ser feita somente quando um produto está pronto, mas sim em todo processo que envolve sua execução (SHINGO, 1988).

2.1.2 JIT e Automação

Como já afirmado anteriormente, o Sistema Toyota de Produção está estruturado sobre a base da completa eliminação de perdas e seus dois pilares são: o *just-in-time (JIT)* e a automação com toque humano, ou automação (*Jidoka*, em japonês) (MIRANDA et al., 2003)

Muitas são as formas possíveis para se apresentar o Sistema Toyota de Produção. A Figura 1 apresenta o STP com seus dois pilares – *JIT* e *Jidoka* – e outros componentes essenciais do sistema. O objetivo deste sistema é atender da melhor maneira possível às necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, ao mais baixo custo e no menor tempo (*lead time*) possível. A observação dos seus trabalhadores em relação à qualidade de vida também é uma preocupação fundamental da gerência (GHINATO, 2000).

O conceito de *lead time* numa visão de processos é o tempo que se leva para que um serviço ou operação seja completamente executado, desde sua solicitação até sua entrega (ARNOLD, 1999).

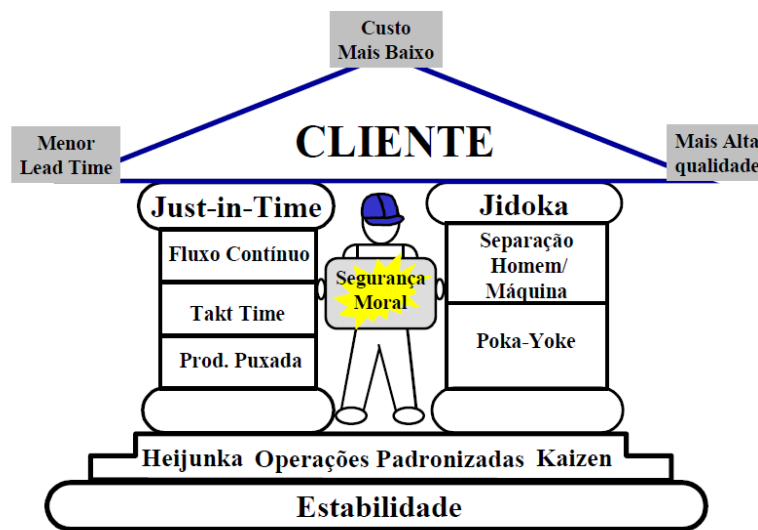


Figura 1 – A estrutura do Sistema Toyota de Produção

Fonte: Ghinato (2000)

Os pilares *JIT* e *Jidoka* estão assentados sobre uma base formada pelo *heijunka* (nivelamento da produção), operações padronizadas e *kaizen* (melhoria contínua). O primeiro desses elementos, a operação padronizada, pode ser definida como um método efetivo e organizado de produzir sem perdas (GHINATO, 2000).

1) *Just-in-Time*

A expressão em inglês *just-in-time* foi adotada pelos japoneses, mas não se consegue precisar a partir de quando ela começou a ser utilizada. Fala-se do surgimento da expressão na indústria naval, sendo incorporada, logo a seguir, pelas indústrias montadoras. Portanto, já seria um termo conhecido e amplamente utilizado nas indústrias antes das publicações que notabilizaram o *JIT* como um desenvolvimento da Toyota Motor Co. (GHINATO, 2000).

Just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero (OHNO, 1997).

O *JIT* tem por objetivo identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção. A viabilização do *JIT* depende de três fatores intrinsecamente relacionados: fluxo contínuo, *takt time* e produção puxada (GHINATO, 2000).

a) Fluxo contínuo

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção. A implementação de um fluxo contínuo na cadeia de agregação de valor normalmente requer a reorganização e rearranjo do *layout* fabril, convertendo os tradicionais *layouts* funcionais (ou *layouts* por processos), onde as máquinas e recursos estão agrupados de acordo com seus processos (ex.: grupo de fresas, grupo de retíficas, grupo de prensas, etc.) para células de manufatura compostas dos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos (GHINATO, 2000).

A conversão das linhas tradicionais de fabricação e montagem em células de manufatura é somente um pequeno passo em direção à implementação da produção enxuta. O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de programar um fluxo unitário de produção, no qual, no limite, os estoques entre processos sejam completamente eliminados, como observado na Figura 2. Desta forma, é possível a eliminação das perdas por estoque, perdas por espera e obter a redução do *lead time* de produção (GHINATO, 2000).

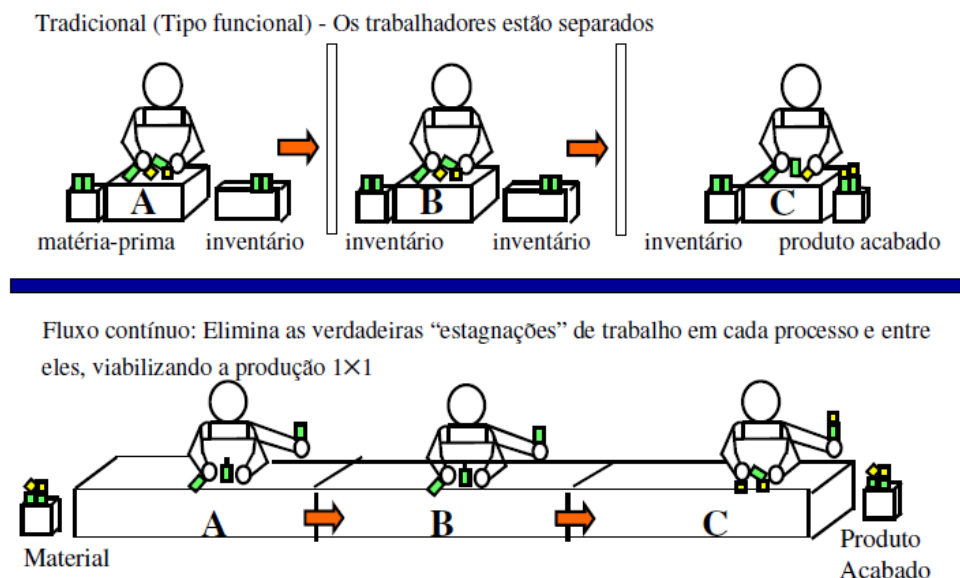


Figura 2 – Fluxo de produção tradicional versus fluxo unitário contínuo

Fonte: Ghinato (2000).

b) *Takt time*

O *takt time* pode ser definido como o tempo decorrido entre duas unidades sucessivas de um produto ou componente produzido por uma célula de produção ou linha de montagem. Pode,

também, ser interpretado como o ritmo de produção necessário para atender a uma determinada demanda. O *takt time*, portanto, procura associar e condicionar o ritmo de produção ao ritmo das vendas (MIRANDA et al., 2003).

No Sistema Toyota de produção, o balanceamento das operações está fundamentalmente ligado ao conceito do *takt time*. O *takt time* é o tempo necessário para produzir um componente ou um produto completo, baseado na demanda do cliente (GHINATO, 2000).

O *takt time* é o ritmo para a execução das atividades, segundo o planejamento das ações futuras a serem realizadas no processo de produção. O conceito de *takt time* poderia ser usado também para estabelecer o ritmo das atividades a partir da demanda real do cliente em toda a cadeia de fornecedores (MIRANDA et al., 2003).

c) Produção puxada

O conceito de produção puxada confunde-se com a própria definição de *just-in-time*, que é produzir somente os itens certos, na quantidade certa e no momento certo. No Sistema Toyota de Produção, o ritmo da demanda do cliente final deve repercutir ao longo de toda a cadeia de valor, desde o armazém de produtos acabados até os fornecedores de matérias-primas. A informação de produção deve fluir de processo em processo, em sentido contrário ao fluxo dos materiais, isto é, do processo-cliente para o processo-fornecedor (GHINATO, 2000).

Um sistema de produção trabalhando sob a lógica da produção puxada produz somente o que for vendido, evitando a superprodução. Ainda, sob esta lógica, a programação da produção é simplificada e auto regulável, eliminando as contínuas reavaliações das necessidades de produção, características da produção empurrada (GHINATO, 2000).

A produção puxada na Toyota é viabilizada através do *kanban*, um sistema de sinalização entre cliente e fornecedor que informa ao processo-fornecedor exatamente o que, quanto e quando produzir. O sistema *kanban* tem como objetivo controlar e balancear a produção, eliminar perdas, permitir a reposição de estoques baseado na demanda e constituir-se num método simples de controlar visualmente os processos (GHINATO, 2000).

O sistema *kanban* é uma ferramenta que tem por objetivo controlar toda a produção *just-in-time*. Em suma, o *kanban* é um sistema de informação para controlar de forma simples as quantidades de produção em todo o processo (MONDEN, 1984).

A maioria dos tradicionais sistemas de produção emprega os sistemas de empurrar. A diferença básica entre os dois sistemas é que, no sistema *kanban* de *puxar*, o estágio seguinte pede e retira as unidades em processo do estágio anterior apenas de acordo com o índice e no momento em que o estágio seguinte consome os itens. O primeiro é o método convencional, no qual os materiais estocados em cada estágio são previstos, considerando o tempo e o fluxo total para a finalização do processo no estágio final. O controle de produção e estoque é baseado no valor previsto. O segundo é um sistema no qual certa quantidade de estoque é mantida em cada fase e cuja reposição é ordenada pelo processo posterior, na proporção em que é consumida. *Kanban* significa um cartão de pedido que controla os fluxos de produção e transportes. Nenhum item pode ser transportado ou produzido sem seu comando (MOURA, 2003).

2) Autonomia

Em 1926, quando a família Toyoda ainda concentrava seus negócios na área têxtil, Sakichi Toyoda inventou um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos. Desta forma, ele conseguiu dispensar a atenção constante do operador durante o processamento, viabilizando a supervisão simultânea de diversos teares. Esta inovação denominada de autonomia revolucionou a tradicional e centenária indústria têxtil (GHINATO, 2000).

Segundo Ohno (1997), a ideia de autonomia proporcionou um aumento na produtividade dos trabalhadores, fazendo com que um trabalhador, que antes era necessário para operar apenas uma máquina, passasse a operar várias máquinas ao mesmo tempo, tendo que destinar mais atenção somente àquelas que acusavam algum problema.

Ohno (1997), afirma que a ideia de parar a produção quando surge algum problema é extremamente importante para a efetiva solução do problema, de modo que não mais haja reincidência. Conhecendo-se não somente o problema, mas o seu motivo é possível solucioná-lo, efetivamente, e estabelecer padrões para que não volte a ocorrer. Essa ideia de resolver o

problema a partir de sua causa envolve todos os trabalhadores da empresa, sendo que qualquer pessoa que identificar alguma anormalidade tem a obrigação de parar a produção.

A ideia principal é impedir a geração e difusão de defeitos e eliminar qualquer irregularidade no processamento e fluxo de produção (GHINATO, 2000). A viabilização do *Jidoka* depende de dois fatores: separação entre a máquina e o homem e *poka-yoke*.

a) Separação entre máquina e homem

A relação entre a máquina e o homem, caracterizada pela permanência do operador junto à máquina durante a execução do processamento, não é tão fácil de ser rompida, pois é uma prática característica da indústria tradicional. No entanto, o aperfeiçoamento de dispositivos capazes de detectar anormalidades gerou a separação entre a máquina e o homem e contribuiu para o desenvolvimento de funções inteligentes nas máquinas (automação com funções humanas) (GHINATO, 2000).

b) *Poka – yoke*

O segundo componente da automação é o dispositivo *poka-yoke*. O *poka-yoke* é um mecanismo de detecção de anormalidades que, atrelado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade. O *poka-yoke* é uma forma de inibir as principais interferências na execução da operação (GHINATO, 2000).

De acordo com Ghinato (2000), os dispositivos *poka-yoke* são a maneira pela qual o conceito do *jidoka* é colocado em prática. A aplicação dos dispositivos *poka-yoke* permite a separação entre a máquina e o homem e o decorrente exercício do *jidoka*.

Poka-yoke significa à prova de erros, ou seja, um processo ou produto deve ser projetado de forma a eliminar qualquer possibilidade prevista de defeito. Por exemplo, um conjunto que tenha duas possibilidades de montagem, uma correta e outra incorreta, deve ser reprojetoado. Deve-se sempre ter como regra a interrupção da produção sempre que ocorrer um defeito, evitando que a peça defeituosa prossiga para a operação seguinte. Pelo *poka-yoke* pode-se conseguir o *zero defeitos* na produção (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Para Ghinato (2000), o mecanismo *poka-yoke* tem uma função tão importante quanto à detecção de erros ou defeitos; é um recurso utilizado com o principal objetivo de apontar ao operador (ou à máquina) a maneira adequada de realizar uma determinada operação.

3) Base: Operações padronizadas, *Heijunka*, *Kaizen*, Estabilidade

A padronização das operações busca conseguir o maior índice de produtividade através da identificação e padronização dos meios de trabalho que agregam valor e da eliminação das perdas. O equilíbrio entre os processos e a definição do nível mínimo de estoque em processamento também são objetivos da padronização das operações (GHINATO, 2000).

Heijunka é o nivelamento da produção em volume e em combinação (mix) de produtos. A intenção é identificar a demanda possível de produtos num período de tempo, que pode ser muito variável, e tomar o volume total de pedidos num espaço de tempo maior e nivelá-los para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia (LIKER, 2004).

A programação da produção através do *heijunka* permite a combinação de itens diferentes de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção. O *heijunka*, da forma como é utilizado no STP, permite a produção em pequenos lotes e a redução do número de inventários (GHINATO, 2000).

Kaizen é a melhoria necessária e contínua de uma atividade, com o objetivo na eliminação de perdas ou desperdício (*muda*, em japonês), de forma a agregar mais valor ao produto/serviço com um mínimo de investimento (GHINATO, 2000).

Em japonês, *kaizen* significa melhoria contínua. A palavra implica melhoria de todo o processo e das pessoas envolvidas (gerentes, operários, etc.) e envolve relativamente poucas despesas. Embora as melhorias *kaizen* sejam pequenas e incrementais, o processo proporciona resultados significativos ao longo do tempo (IMAI, 1996).

A prática do *kaizen* depende do contínuo monitoramento dos processos, através da utilização do ciclo de Deming (ciclo PDCA). Este processo desenvolve-se a partir da padronização da melhor solução e contínua melhoria deste padrão, garantindo que os menores e importantes ganhos sejam incorporados às práticas operacionais (GHINATO, 2000).

A estabilidade dos processos é o alicerce de todo o Sistema Toyota de Produção. Somente processos com qualidade, sob controle e estáveis podem ser padronizados de forma a garantir a produção de itens livres de defeitos (resultante do *Jidoka*), na quantidade e momento certo (resultantes do *JIT*) (GHINATO, 2000).

A estabilidade dos processos é uma condição para a implementação do STP. O planejamento da produção e os objetivos de melhoria só podem ser executados em um ambiente controlado e previsível. O processo de identificação do desperdício (*muda*, em japonês) no decorrer do processo de produção deve ser conduzido em condições estáveis, no entanto, o que pode acontecer não é a solução de problemas de forma sistemática, mas a prática de “apagar incêndio” (GHINATO, 2000).

2.2 Lean Production

O Sistema Toyota de Produção (STP) é hoje conhecido por Sistema de Produção Enxuta (em inglês: *Lean Production System*). O termo enxuta foi usado no final dos anos 80 pelos pesquisadores do *International Motor Vehicle Program* (IMVP) para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança (MIRANDA et al., 2003).

O conceito de *lean production* (produção enxuta) foi o resultado do estudo conduzido por Womack, Jones e Roos a respeito da indústria automobilística mundial, documentando as enormes vantagens competitivas que empresas líderes como a fabricante de automóvel Toyota possuíam em relação às empresas ocidentais praticantes da produção em massa (MARTINS e LAUGENI, 2005).

De acordo com Womack et al. (1992), para se compreender plenamente a produção enxuta e suas origens, é preciso retroceder um pouco no tempo, a rigor ao final do século XIX, início da indústria automobilística, quando o modelo de fabricação era artesanal e se consistia em produzir de acordo com as características exigidas pelo cliente individual. Neste período, jamais conseguiriam a produção em massa de carros idênticos por diversas razões técnicas a que se submetiam na época e também seus custos de produção eram elevados e não

diminuíam com o volume, significando que apenas os muito ricos conseguiam comprar carros.

A indústria automobilística evoluiu para a produção em massa após a Primeira Guerra Mundial. O modelo T da Ford de 1908 foi seu vigésimo projeto de um período de cinco anos, começando com a produção do original modelo A, em 1903. Com seu modelo T, a Ford alcançou finalmente dois objetivos. Tinha em mãos um carro projetado para a manufatura. Qualquer um era capaz de dirigir ou consertar o carro, sem precisar de motorista ou mecânico. Essas duas realizações estabeleceram as bases para a total mudança de rumo em toda a indústria automobilística (WOMACK, JONES e ROOS, 1992).

A chave para a produção em massa não residiam, conforme muitos acreditavam ou acreditam na linha de montagem em movimento contínuo. Pelo contrário, consistia na plena e consistente intercambiabilidade das peças e na facilidade de ajustá-las entre si. Essas foram as inovações na fabricação que tornaram a linha de montagem possível (WOMACK, JONES e ROOS, 1992).

A produção em massa de Henry Ford orientou a indústria automobilística por mais de meio século, e acabou sendo adotada em quase toda a atividade industrial na Europa e América do Norte, contudo seu declínio foi se intensificando com as sucessões de crises econômicas e a atuação dos sindicatos e medidas governamentais de melhoria das condições de trabalho dos trabalhadores naquela época. Tal situação de estagnação na produção em massa norte americana e europeia teria prosseguido indefinidamente, não tivesse uma nova indústria automobilística emergido no Japão. A verdadeira importância de tal indústria estava no fato de não se tratar de mera replica do agora venerável enfoque norte-americano para a produção em massa. Os japoneses estavam desenvolvendo uma maneira inteiramente nova de se produzir, como já citado o sistema Toyota de produção ou produção enxuta (WOMACK, JONES e ROOS, 1992)

A produção enxuta combina as vantagens das produções artesanais e em massa, evitando um alto custo dessa primeira e a rigidez desta última. Com essa finalidade, a produção enxuta emprega equipes de trabalhadores multi-qualificados em todos os níveis da organização, estes por sua vez, poderão achar suas tarefas mais estressantes, pois um dos objetivos-chave da

produção enxuta é trazer a responsabilidade para a base da pirâmide organizacional (WOMACK, JONES e ROOS, 1992).

Para Battaglia (2005 apud MARTINS e LAUGENI, 2005) a qualidade assegurada pelo processo permite reduzir variabilidades devido a falhas humanas facilmente evitáveis, sendo que os principais agentes transformadores são os próprios operadores e gerentes, sempre estimulados a repensar o processo.

Empresas que trabalham dentro de um sistema de produção enxuta devem ter uma noção muito clara do ideal de pessoas ou produto. Tal senso comum entre seus funcionários motiva-os para realizar melhorias continuamente, muito mais do que para somente cumprir as especificações do cliente (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Segundo Martins e Laugeni (2005), o ideal sugerido anteriormente se traduz nos seguintes conceitos:

- ✓ É livre de defeitos, ou seja, tem as características e o desempenho que o cliente deseja;
- ✓ Pode ser fornecido em lotes unitários;
- ✓ Pode ser entregue imediatamente;
- ✓ Pode ser produzido sem desperdício de materiais, trabalho, energia e outros recursos;
- ✓ Pode ser produzido num ambiente de trabalho que é físico, emocional e profissionalmente são para qualquer funcionário.

A complexidade do sistema de produção enxuta torna-o de difícil implantação. É muito comum o insucesso na implantação desses sistemas. Muitas empresas que dizem ter esse sistema implantado têm, às vezes, apenas um conjunto de ferramentas em uso, ou departamentos específicos operando em parte dentro do conceito de produção enxuta (MARTINS e LAUGENI, 2005).

Womack e Jones (1998) sistematizaram cinco princípios necessários para orientar a configuração de um sistema enxuto de produção:

1. A definição detalhada do significado de valor de um produto a partir da perspectiva do cliente final, em termos das especificações que este deveria ter, considerando aspectos relacionados às suas capacidades, ao seu preço e ao tempo de produção;
2. A identificação da cadeia de valor para cada produto ou família de produtos e a eliminação das perdas;
3. A geração de um fluxo de valor com base na cadeia de valor obtida;
4. A configuração do sistema produtivo de forma que o acionamento da cadeia de valor seja iniciado a partir do pedido do cliente ou; em outras palavras, a utilização de uma programação puxada;
5. A busca incessante da melhoria da cadeia de valor através de um processo contínuo de redução de perdas.

Machado e Heineck (2006), após uma análise cuidadosa dos princípios de Womack & Jones, concluíram que a produção enxuta denota uma teoria de administração da produção empolgante, na forma do ganho de melhoria dos sistemas produtivos que almeja conseguir.

É importante notar que a teoria de produção enxuta vem sendo aperfeiçoada através da desagregação de princípios de algumas teorias já existentes e do aproveitamento somente daqueles associados aos fundamentos gerais assumidos como diretrizes para essa nova proposta de administração da produção (MACHADO e HEINECK, 2006).

2.2.1 O conceito *lean* na organização

A prática *lean* está ligada a uma filosofia da gestão. O que torna os conceitos abrangentes e aplicáveis a qualquer circunstância. É o caso de dizer que o Sistema Toyota de Produção está ligado a busca de perfeição, ou seja, o melhor que pode ser feito ou o melhor que ainda não foi feito, que nem se imagina poder fazer. Muito prático mais difícil de entender como alcançar esta meta. Um conceito adicional é de que esta busca da perfeição deve ser empreendida por meio de uma combinação de melhorias incrementais e melhorias radicais, com ampla preferência pelas primeiras. Assim, o *lean* é a busca da perfeição por intermédio de melhorias incrementais, o que ficou conhecido por *kaizen* (HEINECK et al., 2009).

Atualmente, o termo *lean* se difundiu pelo mundo corporativo e está cada vez mais se tornando peça fundamental para a sustentabilidade das empresas em termos de competitividade, qualidade, custo, redução de *lead time*, agilidade e flexibilidade. Isso, sem

contar o número crescente de ambientes onde o *lean* pode ser aplicado, o que faz surgir novos nomes, tais como *Lean Office*, *Lean Sigma* e *Lean Health* (MÓDOLO e MORETTI, 2009).

Embora a diversidade de termos empregados para batizar o Sistema Toyota de Produção, e o número crescente de aplicações dessa filosofia, o *lean* sempre poderá ser resumido em três palavras: Eliminação de Desperdício (MÓDOLO e MORETTI, 2009).

De acordo com Alukal (2003) pode-se definir o *lean* como uma filosofia de manufatura que reduz o *lead time* entre pedido do cliente e o envio dos produtos, ou partes, através da eliminação de toda forma de *muda* (desperdício, em japonês). O autor completa sua definição dizendo que o *lean* ajuda as firmas a reduzirem seus custos, tempos de ciclo e atividades desnecessárias que não agregam valor, resultando em uma empresa mais competitiva, ágil e que atende rapidamente o mercado. Este mesmo autor cita também algumas das razões principais que estão levando as empresas a adotarem a filosofia *lean*:

- ✓ A necessidade de concorrer em um mercado globalizado;
- ✓ Pressão dos consumidores para a redução de preços;
- ✓ Mudanças tecnológicas rápidas;
- ✓ Mercado focado cada vez mais em qualidade, custo e entregas pontuais;
- ✓ As empresas precisam explorar cada vez mais suas competências principais e terceirizar o restante, para que possam ganhar vantagem competitiva;
- ✓ Necessidade crescente de certificações internacionais, tais como o ISO 9000:2000, ISO 14000, ISO/TS 16949, entre outros;
- ✓ A sempre crescente expectativa dos clientes por melhores produtos e serviços;
- ✓ Somente através da incessante luta para a eliminação dos desperdícios é que a empresa poderá reduzir seus custos e aumentar seus benefícios.

Também é chave para o sucesso do *lean*, e conseqüentemente da empresa, que os gerentes e diretores estejam totalmente envolvidos com o processo, já que uma mudança cultural tão grande, que resulta em profundas mudanças em todos os setores da empresa, ocorre somente se há envolvimento e comprometimento de cima para baixo (MÓDOLO e MORETTI, 2009).

Alukal (2003) citam alguns pontos importantes sobre a postura que gerentes e diretores devem assumir:

- ✓ Desenvolver uma abordagem planejada e ampla para o *lean*, ao invés de implantar soluções pontuais;
- ✓ Fornecer os recursos necessários;
- ✓ Motivar e envolver os funcionários e enfatizar o trabalho em equipe e a cooperação;
- ✓ Ter bons canais de comunicação - tanto de cima pra baixo como de baixo pra cima;
- ✓ Gerenciar as expectativas, tal como o medo de dispensa;
- ✓ Fazer com que todos compreendam a necessidade de mudança, bem como os novos papéis quando a mudança for implantada;
- ✓ Criar um ambiente seguro e propício para tentativas e erros;
- ✓ Oferecer boas recompensas, criar programas de reconhecimento, sistemas de sugestões e compartilhamento de lucros;
- ✓ Fazer com que todos compreendam os benefícios do *lean* para a empresa e para os próprios funcionários;
- ✓ Criar uma visão de futuro após as mudanças;
- ✓ Introduzir um sistema de medidas de desempenho baseado nos objetivos da empresa;
- ✓ Analisar e compartilhar informações sobre custos x benefícios;
- ✓ Evidenciar a importância da participação de todos.

Certamente, uma empresa que ainda não se tornou *lean*, ou pelo menos, ainda não aderiu a nenhuma filosofia ou metodologia de melhoria contínua (tal como o TQM), estará sujeita à perda de competitividade, redução de parcela do mercado e, conseqüentemente, ao desaparecimento (KOSKELA, 1992 apud HEINECK et al., 2009).

Finalmente, deve-se lembrar que o *lean* é um processo contínuo, que deve existir e acontecer todos os dias. Ele deve fazer parte da cultura da empresa e de todos os seus funcionários, os quais devem estar motivados e à vontade para discutir, opinar, sugerir e efetivamente melhorar (HEINECK et al., 2009).

O sistema de produção enxuta deu origem à filosofia da *lean construction* (construção enxuta) que segundo Koskela, veio modificar o conceito tradicional de processo de produção na construção civil, com a intenção de aumentar a eficiência global dos empreendimentos do setor (ROCHA et al., 2004).

2.3 Lean Construction

A construção enxuta foi desenvolvida como uma adaptação da produção enxuta para a construção civil. Foi criada por Koskela no ano de 1992 e deu origem a sua tese de doutorado, defendida no ano de 2000. Trata-se de uma filosofia de produção que buscou exemplo nas atividades práticas da indústria e foi transmitida para a academia (PICCHI, 2003). Atualmente é amplamente divulgada e aplicada nos canteiros de obras internacionais e nacionais e também é objeto de estudo de diversos pesquisadores e empresas que tem buscado interpretar os conceitos para este ambiente, bem como realizar aplicações práticas (HEINECK et al., 2009).

A *lean construction* está fortemente embasada nos trabalhos de Ohno e Shingo. Em termos gerenciais insere-se na gestão de processos (KOSKELA, 1992 apud HEINECK et al., 2009).

De acordo com Picchi (2003) deve-se adotar uma estrutura para análise sistemática das oportunidades de aplicação da mentalidade enxuta no setor da construção. A visão sistêmica propiciada por essa discussão ajuda a entender as complexas relações que existem entre os princípios e ferramentas, auxiliando na identificação de espaços e prioridades para estudos futuros.

Segundo Koskela (1992) na construção civil, setor com características diversas do ambiente de manufatura, encontra-se dificuldades na aplicação direta de ferramentas sem antes entender conceitos mais gerais que as geraram em seu ambiente original, de forma a poder desenvolver ferramentas específicas ou adaptar as existentes, considerando-se as particularidades da construção civil.

A filosofia da *lean construction* (construção enxuta) veio modificar o conceito tradicional de processo de produção na construção civil, com a intenção de aumentar a eficiência global dos empreendimentos do setor (ROCHA et al., 2004).

A definição que diferencia a filosofia gerencial tradicional e a *lean construction* é essencialmente conceitual. O modelo conceitual dominante na construção civil define a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação) (POWELL et al., 1998).

2.3.1 Modelo Tradicional *versus* Modelo de Koskela

Uma nova filosofia de produção na construção civil (ou *lean construction*) nasce em oposição à filosofia tradicional. Essa filosofia tem como seu marco inicial a publicação, por Lauri Koskela, na Universidade de Stanford, U.S.A., em 1992, de um relatório técnico intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Neste relatório Koskela lança as bases dessa nova filosofia adaptada à construção civil (JUNQUEIRA, 2006).

De acordo com Isatto et al. (2000 apud MATOS, 2009), dentro de um panorama gerencial tradicional são detectadas deficiências, tais como: a não consideração de atividades entre os processos de conversão, e que não agregam valor ao produto, como inspeção, transporte, espera por material, retrabalho, etc..

O modelo tradicional costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários ou final, conforme ilustra a Figura 3. Por esta razão, o mesmo é também denominado de modelo de conversão (FORMOSO, 2000).

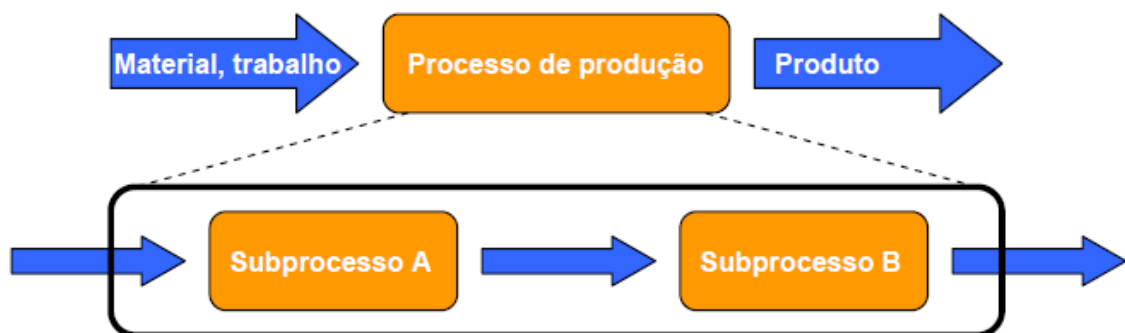


Figura 3 - Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional

Fonte: Koskela (1992 apud WIGINESCKI, 2009)

De acordo com Koskela (1996 apud ALVES, 2000), um fator contribuinte para a persistência do modelo de conversão, na construção civil, tem sido o fato das partes componentes do mesmo não estarem explícitas e descritas de forma estruturada, sob a forma de conceitos e princípios. Desta forma, a contestação desse modelo torna-se uma tarefa difícil, pois o mesmo não dispõe de elementos para serem discutidos.

A principal diferença entre a forma tradicional de produção e o modelo de Koskela (construção enxuta) é conceitual. Uma mudança importante para a quebra de paradigma é a introdução de uma nova forma de entender os processos abstraindo o conceito de que a edificação é apenas o resultado da conversão de materiais e substâncias em um produto (ISATTO *et al.*, 2002).

Segundo Koskela (1992 apud MATOS, 2009) o processo de gerenciamento da construção enxuta assume o caráter de fluxo de valores, transformando matéria-prima em produto acabado e final, sendo esse mesmo fluxo constituído pelas atividades de transporte, espera, conversão/processamento e inspeção (Figura 4). Sabendo-se que apenas a atividade de processamento agrega valor ao produto final.

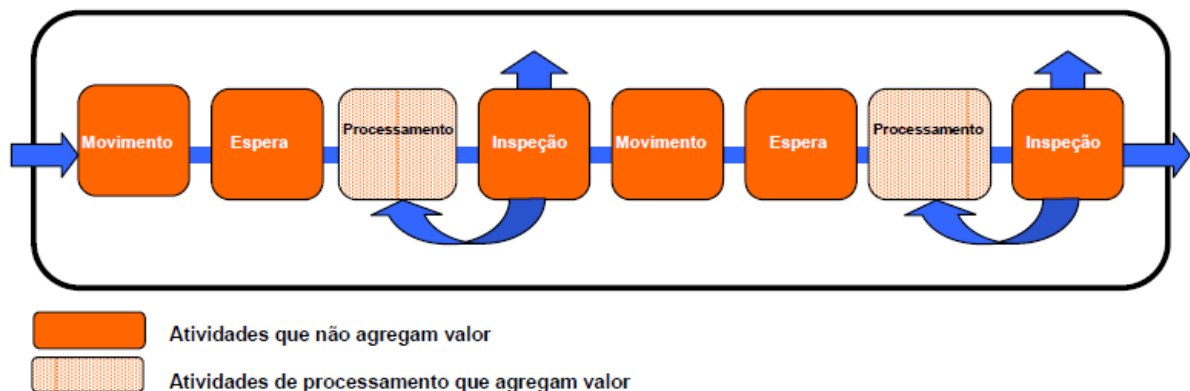


Figura 4 - Modelo de Processo de Construção Enxuta

Fonte: Koskela (1992 apud WIGINESCKI, 2009)

De acordo com Shingo (1996), o processamento, a inspeção, o transporte e a estocagem são os elementos formadores do processo. O autor afirma que somente o primeiro fenômeno, ou seja, o processamento aumenta o valor agregado ao produto, enquanto os demais apenas elevam os custos.

As operações formam o fluxo de trabalho que Ohno (1997) classifica em dois tipos: com e sem valor adicionado. Todos os elementos de produção que aumentam custos sem adicionar valor devem ser eliminados. Excesso de pessoas, estoques e equipamentos devem ser evitados.

Segundo Howell (1999), a rejeição por parte da indústria da construção às ideias e soluções provenientes da manufatura sempre existiu, sob a alegação de que as características da construção são significativamente diferentes daquelas da manufatura, conforme o Quadro 1. Logo, a aplicação dos conceitos da produção enxuta na construção deve resultar de um processo de transferência e não de réplica.

Características	Manufatura	Construção
Projetos	Os projetos resultam na produção de muitas quantidades do produto.	Os projetos resultam na produção de um único produto.
Local de produção	Na fábrica, onde podem ser produzidos múltiplos produtos.	No canteiro de obras, onde é produzido somente um produto.
Fluxo do produto	Por processo ou produto. O produto flui ao longo dos processos.	Posicional ou fixo. O produto é fixo e são os trabalhadores que se movem para a sua construção.
Processos	Discretos e em sua maioria mecanizados.	Manuais e a mecanização existente são mais para auxiliar os trabalhos dos funcionários do que para substituí-los.
Tempo de produção	Curto.	Longo.

Quadro 1 - Diferenças entre manufatura e construção

Fonte: Picchi (2003)

Koskela (1992) sugere para encaixar o sistema de produção no novo modelo, orientar a gestão dos processos baseada em algumas diretrizes.

Anteriormente aos cinco princípios propostos por Womack e Jones, Koskela apresentou onze princípios para auxiliar no projeto de processo de fluxo e nas melhorias. Vários destes princípios estão intimamente ligados, mas não no mesmo nível. Alguns são teoricamente mais fundamentados e outros estão voltados à aplicação prática (HEINECK, *et al.*, 2009).

Segundo Heineck et al., (2009), os 11 princípios de Koskela, publicados em 1992 são:

1. Aumentar o valor para o cliente mediante a consideração de seus requisitos: A produção deve atender os desejos dos clientes e transformá-los em bens e serviços que atendam seus anseios;
2. Diminuir a parcela que não reúne valor no processo produtivo: tudo que não agrega valor para o cliente deve ser eliminado. Atividades que não agregam valor são dominantes na maioria dos processos. Há três causas principais para este problema: o desenho de organizações hierárquicas do processo gera um maior grau de especialização nos processos, aumentando as atividades que não agregam valor; a falta de conhecimento ao criar um processo de produção sem levar em conta a ordem das atividades; e a natureza da produção que faz com que haja atividades que não agregam valor;
3. Simplificar o processo produtivo, principalmente com ações ligadas aos projetos da edificação (arquitetônico, estrutural e de instalações), devendo-se buscar soluções simples de projetos, minimizando o número de partes, interfaces e operações envolvidas;
4. Reduzir o tempo de ciclo: trabalhar uma pequena quantidade de produtos a cada vez, garantindo que estes estejam prontos antes de se iniciar o novo lote;
5. Diminuir a variabilidade: escolha de projetos mais padronizados, mão-de-obra mais homogênea e oferecimento de condições de trabalho mais estáveis;
6. Aumentar a transparência: o objetivo é que se entenda o que cada um esteja fazendo, que isto seja descrito em manuais de procedimentos e que haja uma clara identificação de materiais, ferramentas, estoques, fluxos de suprimentos e trabalhadores. Indicadores e medidas relativas à produção, em termos de qualidade e produtividade, também devem estar disponíveis;
7. Focar o controle no processo como um todo: entender como acontece a produção em cada parte do produto e avaliá-lo em conjunto. Na visão tradicional de gerenciamento, busca-se medir apenas resultados ligados a produtos prontos, sem que haja análise, dos produtos que ainda estão na linha de produção, em fase de montagem;
8. Alternar esforços de melhoria de conversão e de fluxo: por conversão entende-se o trabalho isolado executado em um posto operativo. Por fluxo entende-se a movimentação de materiais, informações e produtos em processo até a chegada a este posto. Koskela recomenda este equilíbrio no processo de melhoria, temendo que os praticantes da *lean construction* venham a se ater apenas a melhoria dos fluxos;

9. Fazer *benchmarking*: é o processo de tornar como referencia os melhores procedimentos que podem ser encontrados para cada etapa da produção e adaptá-los a empresa em questão;
10. Praticar o *kaizen*: é a busca pela melhoria continua, sistemática, de forma perene, ao longo do tempo, não tendo uma meta fixa a seguir;
11. Aumentar a flexibilidade de saída: está ligada a possibilidade de modificar as características dos produtos de acordo com os requisitos de clientes específicos sem aumentar significativamente os custos de produção.

Ainda de acordo com Heineck et al., (2009), em se tratando de *lean* para o canteiro de obras pode-se conceituar muitas outras variáveis como:

- ✓ Utilizar a metade da área do canteiro de obras reservada para o *layout* relativo ao suprimento, armazenagem e movimentação de materiais;
- ✓ Usar a metade dos estoques comprados com antecedência para alimentar o canteiro;
- ✓ Usar a metade das necessidades financeiras recebidas pelos clientes em relação às despesas da obra;
- ✓ Zerar as compras emergenciais de materiais que impedem a interrupção do fluxo normal de obra;
- ✓ Zerar o número de ações trabalhistas e de autuações por infrações ligadas a segurança do trabalho;
- ✓ Dobrar a capacidade de utilização dos equipamentos, como guincho, guias e centrais de concreto.

De acordo com Koskela (1992) a construção civil precisa avaliar essencialmente as solicitações almejadas pelos clientes dos produtos da empresa. Portanto a produção deve impedir a variabilidade, a infidelidade em seus processos, com o objetivo de evitar perdas. Os processos deverão ser simples e, esta facilitação deve ser procurada através de menor quantidade de componentes dos produtos e pela redução de passos dos fluxos de materiais e informações.

Machado e Heineck (2006) aconselham que seja necessário incorporar os conceitos de maneira a torná-los aplicáveis. As mudanças são necessárias ao gerir a produção sob a visão da construção enxuta. Essas devem ser referentes ao assunto no processo de solução de

problemas e tomada de decisões envolvendo desse modo atitudes gerenciais. Koskela (1992) recomenda para adequar o sistema de produção no novo modelo, orientar a gestão dos processos baseada em algumas diretrizes já definidas anteriormente.

Como mudanças originam desconforto para a maioria das pessoas, em analogia aos conceitos de produção não é diferente. Transferir do sistema tradicional para uma nova versão conceitual sobre como fazer, controlar e mudar a crença sobre o que realmente é importante, mudar padrões, é verdadeiramente um desafio (PICCHI, 2003).

De uma maneira geral, o que se pode concluir é que da forma como os fundamentos da construção enxuta são colocados, realmente configuram um novo paradigma de administração da produção, mas que precisa ter o seu ferramental desenvolvido. Nesse contexto, serão apresentados nas próximas seções deste trabalho as ferramentas, métodos e técnicas que vêm sendo utilizadas para viabilizar as diretrizes propostas por Koskela (1992), como as bases desta nova filosofia de produção.

3 DESENVOLVIMENTO

É apresentado, neste capítulo, as técnicas utilizadas e as ferramentas adotadas para implantação da *lean construction* em relação ao uso na construção civil.

Esta monografia esta sendo realizada através de uma pesquisa exploratória qualitativa. Tendo como estratégia a utilização de estudos de caso múltiplos realizados por outros autores, por ser uma estratégia válida quando se pretende responder questões do tipo “como” e “por que”.

Além disso, estudos de caso são apropriados quando se estuda fenômenos contemporâneos, a ferramenta adotada para extração das informações foi a utilização de questionários como protocolo de coleta de dados, e observação direta.

O objetivo do questionário é analisar o uso da construção enxuta na opinião dos respondentes na cadeia de valor da construção civil.

3.1 Conceitos, Técnicas e Ferramentas da Construção Enxuta

Um novo paradigma vem sendo construído para a gestão de processos na construção civil, envolvendo os esforços de acadêmicos e pesquisadores da área, com a finalidade de encaixar alguns conceitos e princípios genéricos da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor. Este esforço tem sido denominado de *lean construction* (construção enxuta), por estar profundamente baseado no modelo da *lean production* (produção enxuta), que se objeta ao modelo da produção em massa (*Mass Production*), que estão baseadas no Taylorismo e Fordismo (FORMOSO, 2000).

Após o aperfeiçoamento e implantação dos conceitos da produção enxuta pela indústria, ela também começou a ser alvo de interesse dos gerentes da construção civil, dando origem ao que se pode chamar de construção enxuta (JUNQUEIRA, 2006).

Segundo Rocha et al. (2004), houve evolução dos conceitos e ferramentas para gestão da produção. Os princípios da filosofia da *lean construction* vem transformar o conceito tradicional de que o processo de produção consta exclusivamente de atividades de conversão

de matérias-primas em produto acabado, introduzindo a ideia de produção como um fluxo com atividades de transformação, movimentação, espera e inspeção.

Segundo Módolo e Moretti (2009) entende-se por ferramentas o termo usado para designar técnicas sistematizadas e rotinas para treinamentos e comunicação, assim como meios de implantar, manter e melhorar o sistema *lean* dentro das empresas.

Algumas ferramentas e técnicas são sugeridas por autores e estudiosos do tema como:

1. **5S:** consiste nos 5 passos necessários para organizar e padronizar o local de trabalho, os quais em japonês começam com a letra S: *Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu e Shitsuke*. Em português os 5S tornam-se, na ordem: senso de utilização (sem bagunça se faz mais com menos), senso de ordenação (um lugar para cada coisa, cada coisa em seu lugar), senso de limpeza (mais importante do que limpar é aprender a não sujar), saúde (bons hábitos contribuindo para nossa saúde) e senso de autodisciplina (melhoria contínua: respeito, persistência e comprometimento) (MÓDOLO e MORETTI, 2009);
2. **Poka-Yoke:** consiste em um sistema a prova de erros que evita que produtos defeituosos sigam na linha de produção. Esses sistemas podem ser simples do tipo passa/não passa, o qual para a linha de produção caso algum item não conforme seja produzido. Isso evita que valor seja agregado a um item que não está apto para a utilização (MÓDOLO e MORETTI, 2009);
3. **Fluxo Contínuo:** consiste em reduzir o tamanho de lote para uma única unidade. O fluxo contínuo auxilia na redução de defeitos, reduz o tempo ocioso do funcionário, reduz o tempo total de processamento do material e promove o trabalho em equipe (MÓDOLO e MORETTI, 2009);
4. **Trabalho Padrão:** o levantamento do Tempo Padrão das tarefas é essencial para que se otimize a utilização de recursos físicos e humanos (MÓDOLO e MORETTI, 2009);
5. **Kanban:** o *kanban* auxilia na tarefa de puxar a produção e consiste basicamente em cartões como meio de transporte da informação e como forma de praticar a gestão visual, visto que ele indica as necessidades de cada posto produtivo. Fundamentalmente,

um cartão *kanban* representa a necessidade de um item ser produzido. O *kanban* é ferramenta fundamental no controle e redução do estoque (MOURA, 2003);

6. A Linha de Balanço: é uma técnica de planejamento e controle que considera o caráter repetitivo das atividades de uma edificação. Por meio da Linha de Balanço o engenheiro da obra passará a ter uma visão mais simples da execução das atividades servindo como ferramenta de apoio na melhoria da produtividade e qualidade nos canteiros. E poderá dispor de uma técnica eminentemente gráfica (visual) que será um valioso aliado nas suas comunicações em obra (JUNQUEIRA, 2006);
7. Célula de produção: célula de Produção caracteriza-se como uma forma de organização que procura a integração como meio para alcançar um objetivo, integração entre os operadores envolvidos diretamente com os postos produtivos e destes com os postos de apoio direto e indireto. Para conseguir-se esta integração, faz-se necessário um aumento da autonomia dos operadores na organização de suas tarefas diárias, em todos os níveis, ou seja, um espírito de equipe com mais responsabilidade e autogestão (ALMEIDA e MARTINS, 1997).

Com as células de produção, não só os operadores se organizam em equipes como as responsabilidades podem ser delegadas de forma que todos os funcionários passem a ocupar seus espaços, assumindo e melhorando continuamente. Existe a grande facilidade de mudança de métodos de trabalho e na eliminação das condições não produtivas (HEINECK *et al.*, 2009).

8. *Last Planner*: é um sistema de planejamento patentado, sugerindo que a obra seja gerenciada segundo decisões de longo, médio e curto prazo. O mesmo que na indústria poderia se chamar de planejamento estratégico, tático e operacional. Fazem com que se possa trabalhar com dados de menor qualidade para realizar com sucesso o planejamento, por seu aspecto iterativo ao longo do tempo. A iteratividade é garantida pela maior participação de todos os envolvidos, como operários no nível operacional, fornecedores no nível tático e clientes no nível estratégico (HEINECK *et al.*, 2009).

Pode-se citar o *Last Planner* como uma ferramenta que tem como objetivo principal planejar detalhadamente cada etapa da obra e verificar se o planejado foi realmente cumprido, a fim de

reduzir a complexidade da construção (BALLARD e HOWELL, 2006 apud JUNQUEIRA, 2006).

Nos últimos anos alguns importantes avanços no planejamento e controle da produção (PCP), em empresas de construção, têm sido apresentados pela bibliografia da área, principalmente através da aplicação do método *Last PlannerTM* de controle de produção. Segundo Ballard (2000 apud JUNQUEIRA 2006), através desse método consegue-se criar uma janela de confiabilidade para o sistema de produção que facilita a aprendizagem e contribui para consolidar o sistema de produção.

9. *Andon*: outra ferramenta STP utilizada nas obras é o *Andon*, que se trata de um painel luminoso indicativo das paradas e erros na execução das etapas produtivas.

O conceito de máquina parada nas indústrias faz com que a linha de produção seja interrompida automaticamente toda vez que se detecta qualquer problema que possa vir impedir que certa etapa não fique 100% concluída e com a qualidade esperada, o que se chama de termino de etapa. No canteiro de obras a parada é determinada pelos usuários que avisam a ocorrência de algum problema na célula de produção através do *Andon* (HEINECK *et al.*, 2009).

10. Planejamento *lookahead*: o planejamento de médio prazo no modelo chamado *Lookahead Planning*, apresenta o interesse de proporcionar a ligação entre as decisões estratégicas tomadas no longo prazo, procedentes da Linha de Balanço, com a necessidade de definição de ações ao nível operacional em bases que vão frequentemente do dia de trabalho até a quinzena (MACHADO e HEINECK, 2006).

3.2 Visão das Perdas Voltadas para a Construção Civil

A essência do sistema de Produção Enxuta, segundo Ghinato (2000), é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda, garantindo um fluxo contínuo de produção. Assim, a busca pela eliminação das perdas também é essencial na construção enxuta, no entanto, sua classificação e significado podem ter outra conotação.

Apresentam-se casos reais de obras de construção civil, exemplificando os sete tipos de perdas levantadas no sistema STP por Taiichi Ohno.

1. Perda por superprodução: na ampla maioria das obras de edificações verticais, as atividades de execução possuem durações desiguais em função da viabilidade da produção, da quantidade de serviços atribuídos, da equipe dimensionada, além de fatores externos à execução, como por exemplo, o relacionamento com fornecedores, a localização da obra, etc. Quando uma atividade tem uma duração menor que sua sucessora, ela ocorre rapidamente terminando antes do início da sua sucessora, ocasionando o desperdício de superprodução, pois se utiliza os recursos antes de verdadeiramente necessitar deles. Para exemplificar o fato, podem-se citar atividades que são executadas com base em projetos desatualizados ou que foram alterados em função das sucessoras. Esta falta de atenção gera retrabalhos e desperdício de superprodução. Determinadas empresas combatem o desperdício de superprodução, empregando o conceito de linha de balanço entre as atividades, buscando um tempo de ciclo ideal e igual entre as mesmas (FERREIRA e FRANCISCHINI, 2007).
2. Perda por tempo disponível (espera): a aquisição de um material a ser utilizado em qualquer fase da obra, se não for feita antecipadamente, acarreta em não execução de outros serviços como reboco, pintura colocação de pisos, etc., para esperar a colocação do material.
3. Perda por transporte: a perda por transporte na construção civil geralmente é ocasionada quando o canteiro de obras não é um leiaute funcional, ou seja, não foi planejado para que os materiais e ferramentas ficassem próximos dos serviços estrategicamente a fim de evitar movimentação desnecessária.
4. Perda por processamento em si: o fechamento de paredes é um procedimento simples, mas pode gerar uma grande perda se não for executado corretamente, primeiramente os tijolos tem que ter o tamanho padronizado e é preciso que tenha tijolos menores para fechar a fiada com a parede, pois quando são cortados pelo próprio pedreiro geralmente só se aproveita uma metade de um tijolo inteiro e a outra metade é desperdiçada. Quando também não se executa a parede em prumo, geralmente corrige-se no emboço gerando um grande consumo de argamassa elevando o custo da obra.

Outro exemplo citado por Ferreira e Francischini (2007), mostra que onde o piso dos apartamentos de um edifício residencial tiveram pela definição do arquiteto, assentamento cerâmico cinza e rodapiso de ardósia de 10 cm de largura, e também rodapé com o mesmo material. O processamento dessa atividade foi cercado de perdas, pois os apartamentos são de aproximadamente 60 m², muito material teve de ser quebrado para o esquadro no piso, pois os cômodos eram pequenos e com cortes a 45° nas aberturas de portas, além do desperdício de horas de trabalho na quebra e assentamento do rodapiso de ardósia.

5. Perda por estoque disponível (estoque): Ferreira e Francischini (2007) ilustram como exemplo o caso em que o chefe do departamento de compras de uma empresa recebeu um elogio por fechar o material elétrico de várias obras em um único pedido. No entanto, o comprador não negociou a entrega parcelada dos produtos em função da demanda. Conclusão, uma obra recebeu todo o material elétrico (inclusive luminárias) no início da execução. O mesmo material teve de ser estocado em vários locais diferentes até sua utilização, atrapalhando o andamento da obra e correndo o risco de obter a perda do material por avaria de movimentação e transporte.
6. Perda por movimento: o projeto de implantação do canteiro de obras ao não analisar o processo de produção de serviços como a colocação de azulejos e piso cerâmicos, geraria a descarga de material em local afastado da posição da grua, provocando a movimentação de mão-de-obra para a descarga do material, e posterior transporte até a grua. A mesma mão-de-obra teria de buscar ferramentas caso não fosse previsto um almoxarifado próximo do elevador de funcionários para chegarem aos andares onde seriam executados os serviços (FERREIRA e FRANCISCHINI, 2007).
7. Perda por produzir produtos defeituosos: um erro de projeto em uma obra geralmente não consegue ser solucionado de maneira simples apenas desmanchando e fazendo de novo, frequentemente é necessária uma readequação de vários projetos para se adaptar a nova situação que demanda tempo e dinheiro. Já na execução os erros são geralmente demolidos ou readequados com a utilização de materiais excedentes.

3.3 Diretrizes para a Implantação dos Princípios da *Lean Construction*

Koskela (1992) expõe um conjunto de princípios para a gestão de processos e diversos autores (FORMOSO 2002; MOREIRA e BERNARDES, 2001, HEINECK et al., 2009 ROCHA et al., 2004) apresentam modelos de aplicação destes princípios e os benefícios proporcionados, no sistema de produção, através de modificações conceituais simples. São onze os princípios discutidos a seguir:

3.3.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

De acordo com Koskela (1992), as atividades de agregação de valor e não agregação de valor pode ser definida como segue: atividade que agrega valor: que converte material e/ou informações naquilo que é exigido pelo cliente. Não agregam valor (também chamados de resíduos): atividade que exige tempo, recursos ou espaço, mas não agrega valor.

Através da constatação de Lauri koskela, verifica-se que a eficácia dos processos pode ser aperfeiçoada 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 das atividades de fluxo. Por exemplo, pode-se melhorar a eficiência de um determinado processo não só através da melhoria da eficiência das atividades de transporte de materiais, mas principalmente através da eliminação de algumas destas atividades (ISATTO et al., 2002).

Ressalta-se que o princípio da eliminação de atividades de fluxo não deve ser levado ao extremo. Conservam-se diversas atividades as quais não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas que são fundamentais à eficiência plena dos processos, como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão de obra, instalação de dispositivos de segurança, etc. (ISATTO et al., 2002).

Como exemplo Isatto et al. (2002) sugere o emprego de um simples dispositivo de suporte do mangote utilizado no bombeamento de argamassa (Figura 5) permite que o auxiliar realize uma atividade que agrega valor (espalhar a argamassa), ao invés de simplesmente segurar o mangote, ou fazer outras atividades auxiliares a pedido do pedreiro.



Figura 5 - Exemplo de eliminação de uma atividade que não agrega valor

Fonte: Isatto et al. (2002)

Outro exemplo no qual se podem reduzir perdas é o canteiro de obras, local este que dispõem todos os recursos de produção (mão-de-obra, materiais e equipamentos), organizados e distribuídos de forma a apoiar e a realizar os trabalhos de construção, observando os requisitos de gestão, racionalização, produtividade e segurança/conforto dos operários (GOMES e GOMES JÚNIOR, 2009).

Em um estudo de caso apresentado por Gomes e Gomes Júnior (2009), percebeu-se numa obra a necessidade de um melhor arranjo físico do canteiro, que minimize as distâncias entre os locais de descarga de materiais, almoxarifado e seu respectivo local de aplicação (Figura 6).



Figura 6 - Almoxarifado

Fonte: Gomes e Gomes Junior (2009)

Sendo assim, a solução proposta é introduzir uma logística interna, para minimizar as distâncias entre os materiais, equipamentos e o local de utilização, diminuindo assim as atividades de fluxo, que não agregam valor ao produto.

3.3.2 Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Este é outro princípio fundamental. Valor é gerado através do cumprimento das necessidades dos clientes, não como um valor inerente da conversão. Para cada atividade há dois tipos de clientes, as próximas atividades e o cliente final (KOSKELA, 1992).

“A aplicação deste princípio abrange o mapeamento do processo, identificando sistematicamente os clientes e seus requisitos para cada estágio do mesmo” (ISATTO et al., 2002, p.7).

A abordagem prática desse princípio é a realização de um projeto de fluxo sistemático, no qual os clientes são definidos para cada etapa e os seus requisitos analisados. Os outros princípios aqui apresentados, também reforçam a transparência e a melhoria contínua neste processo (KOSKELA, 1992).

Ao longo do processo de projeto, deve-se ter disponível de forma sistematizada, dados referentes aos requisitos e preferências dos clientes finais, obtidos, por exemplo, através de pesquisas de mercado com compradores potenciais ou avaliações pós-ocupação de edificações já entregues. Tais informações devem ser claramente comunicadas aos projetistas através de planilhas e reuniões ao longo das várias etapas do processo de projeto, desde a concepção do empreendimento até o seu detalhamento (ISATTO et al., 2002).

No processo de produção, este princípio pode também ser aplicado, se as equipes de trabalho seguintes de um processo forem consideradas como clientes internos do mesmo. Por exemplo, a equipe que executa a estrutura de concreto armado deve levar em conta no seu trabalho as tolerâncias dimensionais necessárias para que os processos de execução de alvenaria e revestimentos não sejam dificultados. No entanto, é importante que os requisitos das equipes de alvenaria e revestimento sejam explicitamente identificados e informados à equipe de estrutura (ISATTO et al., 2002).

3.3.3 Reduzir a variabilidade

Segundo Isatto et al. (2002), existem diversos tipos de variabilidade envolvidos num processo de produção:

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

Do ponto de vista da gestão de processos, existem duas razões para a redução da variabilidade. Primeiramente, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme em geral traz mais satisfação, pois a qualidade do produto efetivamente corresponde às especificações previamente estabelecidas. É o caso, por exemplo, da equipe que executa alvenaria, cujo serviço é facilitado caso os blocos tenham poucas variações dimensionais (ISATTO et al., 2002).

Em segundo lugar, a variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto, principalmente pelas seguintes razões:

- a) Interrupção de fluxos de trabalho, causada pela interferência entre as equipes. Isto ocorre, quando uma equipe fica parada ou precisa ser deslocada para outra frente de trabalho, em função de atrasos da equipe antecedente. Por exemplo, a equipe de alvenaria foi deslocada para a execução de chapisco em outra frente de trabalho, pois houve atraso na execução da estrutura;
- b) Não aceitação de produtos fora de especificação pelo cliente, resultando em retrabalhos ou rejeitos.

De acordo com Koskela (1992), a abordagem prática para diminuir a variabilidade é composta por procedimentos estatísticos no processo. Essencialmente, eles lidam com medição da variabilidade, em seguida, localizar e eliminar as suas causas profundas. Padronização das atividades através da implementação de procedimentos padronizados são muitas vezes os meios para reduzir a variabilidade em ambos os processos de conversão e de fluxo. Outro método é instalar dispositivos de verificação como o *poka-yoke* para o processo.

No contexto da construção civil, a variabilidade e incerteza tendem a ser elevadas, em função do caráter único do produto e das condições locais que caracterizam uma obra, da natureza dos seus processos de produção, cujo ritmo é controlado pelo homem, e da própria falta de domínio das empresas sobre seus processos. Apenas parte desta variabilidade pode ser eliminada, principalmente através da padronização de processos. Existe uma parcela desta variabilidade que não pode ser removida, competindo à gerência de produção minimizar os efeitos prejudiciais da mesma (ISATTO et al., 2002).

Através do emprego de um procedimento padronizado de execução de instalações hidrosanitárias, pode-se reduzir o surgimento de vazamentos posteriores, eliminando-se assim a incidência de retrabalhos. A padronização de processos envolve também o treinamento dos envolvidos com base nos padrões definidos pela empresa, e o planejamento e controle adequado da execução, no qual é definido o sequenciamento das tarefas e são disponibilizados os recursos necessários (ISATTO et al., 2002).

3.3.4 Reduzir o tempo de ciclo

Segundo Koskela (1992), o tempo de ciclo pode ser definido como o somatório dos prazos necessários para processamento, inspeção, espera e movimentação. A redução do tempo de ciclo pode ser obtida através da diminuição da parcela de atividades que não agregam valor. Da perspectiva do controle, sua aplicação resulta em ciclos de detecção e correção de desvios menores. Do ponto de vista da melhoria do processo, verifica-se que tempos de ciclo menores facilitam a implementação mais rápida de inovações.

A redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia *Just in Time*. O tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A aplicação deste

princípio está intensamente ajustada à necessidade de baixar o tempo disponível como estrutura de forçar a eliminação das atividades de fluxo (ISATTO et al., 2002).

Heineck et al. (2009) aconselha a trabalhar com uma pequena quantidade de produtos a cada vez, garantindo que estes estejam prontos antes de se iniciar o novo lote. Esta redução do tamanho do lote leva à redução do tempo de ciclo para sua execução

Além disto, segundo Isatto et al. (2002), a redução do tempo de ciclo traz outras vantagens como:

- a) Entrega mais rápida ao cliente: ao invés de se espalhar por todo o canteiro de obras, as equipes devem se focar na conclusão de um pequeno conjunto de unidades, caracterizando lotes de produção menores. Se possível, as unidades são entregues aos clientes mais cedo, o que tende a reduzir o custo financeiro do empreendimento. Além disto, em alguns segmentos de mercado, a velocidade de entrega é uma dimensão competitiva importante, pois os clientes necessitam dos produtos num prazo relativamente curto (por exemplo, construção de *shopping centers* e fábricas);
- b) A gestão dos processos torna-se mais fácil: o volume de produtos inacabados em estoque (denominado de trabalho em progresso) é menor, o que tende a diminuir o número de frentes de trabalho, facilitando o controle da produção e do uso do espaço físico disponível;
- c) O efeito aprendizagem tende a aumentar: como os lotes são menores, existe menos sobreposição na execução de diferentes unidades. Assim, os erros surgem mais rapidamente, podendo ser identificadas e corrigidas as causas dos problemas. O aprendizado adquirido nas unidades iniciais pode então ser aproveitado para melhoria do processo na execução das unidades posteriores;
- d) As estimativas de futuras demandas são mais precisas: como os lotes de produção são menores e concluídos em prazos mais reduzidos, a empresa trabalha com uma estimativa mais próxima da demanda. Isto torna o sistema de produção mais estável;
- e) O sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda: pode-se obter certo grau de flexibilidade para atendimento da demanda, sem elevar

substancialmente os custos, pois algumas alterações de produto solicitadas podem ser implementadas com facilidade nos lotes de produção subsequentes.

Para Isatto et al. (2002) este conceito de redução do tempo de ciclo envolve um amplo conjunto de ações, tais como:

- a) Eliminação de atividades de fluxo que fazem parte do ciclo de produção;
- b) Concentração do esforço de produção em um menor número de unidades (lotes menores), através do planejamento e controle da produção;
- c) Mudanças nas relações de precedência entre atividades, eliminando interdependências entre as mesmas de forma que possam ser executadas em paralelo.

3.3.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes

A simplificação deve ser entendida como a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo de material ou informação. Através da simplificação, podem-se eliminar atividades que não agregam valor ao processo de produção (KOSKELA, 1992).

Este princípio é comumente utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados. Quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior o número de atividades que não agregam valor. Isto ocorre em função das tarefas auxiliares de preparação e conclusão necessárias para cada passo no processo (por exemplo, montagem de andaimes, limpeza, inspeção final, etc.), e também pelo fato de que, em presença de variabilidade, tende a aumentar a probabilidade de interferências entre as equipes (ISATTO et al., 2002)

Embora esse princípio seja mais facilmente implementado através de decisões tomadas na etapa de projeto, o processo de planejamento e controle da produção pode implementá-lo por meio de uma análise da maneira pela qual o processo é executado. O desenvolvimento de reuniões para avaliação do processo de planejamento deve compreender, também, a identificação de formas para simplificar a operação (MOREIRA e BERNARDES, 2001).

Segundo Isatto et al. (2002), existem várias formas de atingir a simplificação, como, por exemplo:

- a) Utilização de elementos pré-fabricados, reduzindo o número de etapas para a execução de um elemento da edificação;
- b) Uso de equipes polivalentes, ao invés de um maior número de equipes especializadas;
- c) Planejamento eficaz do processo de produção, buscando eliminar interdependências e agregar pequenas tarefas em atividades maiores. Além disso, a disponibilização de materiais, equipamentos, ferramentas e informações em locais adequados tende a eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentações e deslocamentos desnecessários provocadas por interrupções na tarefa.

A Figura 7 apresenta duas alternativas para a execução de vergas. No caso da verga pré-moldada, existe uma redução significativa no número de passos, pois o próprio pedreiro pode posicioná-la, ao longo da execução de alvenaria. No caso da verga moldada no local, o processo de execução de alvenaria precisa ser interrompido, resultando em atividades que não agregam valor (ISATTO et al., 2002).



Figura 7 - Minimização no número de passos na execução de alvenaria

Fonte: Isatto et al. (2002)

3.3.6 Aumentar a flexibilidade de saída do produto

O aumento de flexibilidade de saída está também ligado ao conceito de processo como gerador de valor. Menciona a possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar consideravelmente os custos dos produtos (ISATTO et al., 2002).

Segundo Isatto et al. (2002) isto pode ser obtido através de várias abordagens, tais como:

- a) Redução do tempo de ciclo, através da redução do tamanho dos lotes;
- b) Uso de mão-de-obra polivalente, capaz de se adaptar facilmente a mudanças na demanda;
- c) Customização do produto no tempo mais tarde possível;
- d) Utilização de processos construtivos que permitam a flexibilidade do produto sem grande ônus para a produção.

Segundo KOSKELA (1992), para se aumentar a flexibilidade deve-se procurar minimizar o tamanho dos lotes, aproximando-os à sua demanda; reduzindo o tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos; desenvolvendo o processo de forma a possibilitar a adequação do produto aos requisitos do cliente o mais tarde possível; e utilizar equipes de produção polivalentes.

Apesar de, à primeira vista, o aumento da flexibilidade pareça ser conflitante com a simplificação, muitas empresas têm sido bem sucedidas na aplicação dos dois princípios ao mesmo tempo (STALK e HOUT, 1990 apud KOSKELA, 1992).

3.3.7 Aumentar a transparência do processo

O aumento da transparência na administração da execução das tarefas e dos empreendimentos é um princípio da *lean construction* que apresenta efeitos significativos na eficiência e na qualidade da execução de empreendimentos, proporcionando melhores resultados para as empresas do setor. A transparência na gestão de um empreendimento permite a propagação de informações entre os diversos planos gerenciais, permitindo-se tomar as decisões estratégicas, táticas e operacionais mais vantajosas. Necessariamente, as decisões estratégicas representam os acontecimentos esperados, as decisões táticas significam os eventos em execução (SANTOS, 1999 apud ROCHA et al., 2004).

O desconhecimento das diretrizes estratégicas e do planejamento do empreendimento por parte dos gerentes de produção pode levá-los a empregar todo o seu cuidado unicamente nas decisões operacionais, correndo o risco de comprometer vantagens estratégicas do negócio.

No conceito tradicional de processo produtivo, a comunicação é feita de forma convencional, pois a informação é transmitida de modo *push* (empurrado, em português) e o usuário da informação têm pouco ou nenhum controle sobre a quantidade e o tipo de informação transmitida ou sobre quando ela é recebida. Na filosofia *lean*, pelo princípio da transparência, nada deve ser transmitido, um campo de informação deve ser criado, o qual pode ser “puxado” pelo usuário a qualquer tempo (GREIF, 1989; SANTOS, 1999 apud ROCHA, et al., 2004).

O aumento da transparência de processos tende a tornar os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo em que aumenta a disponibilidade de informações, necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho. Este princípio pode também ser utilizado como um mecanismo para aumentar o envolvimento da mão-de-obra no desenvolvimento de melhorias (ISATTO et al., 2002).

Segundo Isatto et al. (2002), existem inúmeras formas de aumentar a transparência de processos, compreendendo:

- a) Remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes;
- b) Utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização luminosa, e demarcação de áreas, que disponibilizam informações relevantes para a gestão da produção;
- c) Emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo, tais como nível de produtividade, número de peças rejeitadas, etc.;
- d) Programas de melhoria da organização e limpeza, tais como o Programa 5S.

A Figura 8 apresenta um dispositivo de controle de utilização do espaço que mantém o ambiente de trabalho transparente, capaz de orientar qualquer pessoa que esteja envolvida ou não com a obra.



Figura 8 - Exemplo aplicação do princípio da transparência de processos

Fonte: Carvalho (2008)

3.3.8 Foco no controle de todo o processo

Segundo Junqueira (2006), um dos grandes riscos dos esforços de melhorias é sub otimizar uma atividade específica de um processo, com um impacto reduzido (ou até, negativo) no desempenho global do mesmo. Esta situação é muito comum em processos de produção fragmentados, como é a execução de uma obra, nos quais existem muitos projetistas, empresas subcontratadas e fornecedores independentes. Nesta linha, Shingo (1988), sugere que primeiro devem ser introduzidas melhorias nos processos (fluxos de montagem, de materiais e de informações) para depois serem estudadas nas operações (tarefas realizadas por pessoas e máquinas). Assim, é importante que o processo como um todo seja controlado, devendo haver um responsável por este controle. Dependendo da natureza do processo sendo gerenciado, pode haver a necessidade de envolver toda a cadeia produtiva neste esforço e não apenas uma única organização.

A aplicação deste princípio baseia-se fortemente na mudança de postura por parte dos envolvidos na produção, principalmente no que tange à percepção sistêmica dos problemas, procurando entender o processo como um todo, ao invés de um foco restrito em operações. Também requer uma disposição em estabelecer parcerias com fornecedores. Afinal, envolve a definição clara de responsabilidade pelo controle global do processo (ISATTO et al., 2002).

Uma melhoria de processo, por exemplo, seria a redução expressiva do custo da alvenaria se houver um esforço de desenvolvimento integrado com o fornecedor de blocos, no sentido de introduzir a paletização. Se a melhoria envolver o processo como um todo, podem-se obter benefícios, tais como a redução do custo do carregamento e descarregamento, entregas com hora marcada, redução dos estoques na obra, etc. esta melhoria é muito mais significativa se comparada com uma iniciativa individual de paletização, restrita apenas ao canteiro de obras (ISATTO et al., 2002).

3.3.9 Introduzir melhoria contínua no processo

Segundo Koskela (1992), os esforços para a obtenção da redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem acontecer de maneira continuada na empresa. Ainda segundo esse autor, o princípio da melhoria contínua pode ser alcançado na medida em que os demais vão sendo cumpridos. Como exemplo, verifica-se que o aumento de transparência pode indicar possíveis áreas de melhoria. Nesse contexto, a utilização de sugestões provenientes das próprias equipes de produção pode ser uma interessante fonte de ideias. Koskela (1992) sugere o estabelecimento de recompensas para as equipes que demonstrarem a incorporação desse item, bem como o monitoramento constante e definição de ações corretivas para eliminação dos problemas.

Este princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção na medida em que são analisadas as decisões tomadas para correção de desvios oriundos da coleta de dados do plano de curto prazo. Nesse sentido, deve-se procurar compreender se as decisões tomadas surtiram efeito na produção. Segundo Santos et al. (2000), a identificação das causas dos problemas de produção é muito importante para a garantia do uso eficiente dos recursos disponíveis e a consequente melhoria contínua.

Segundo Isatto et al. (2002) o trabalho em equipe e a gestão participativa constituem-se nos requisitos essenciais para a iniciação da melhoria contínua nos processos. Além destes requisitos é recomendável a aplicação de uma série de medidas que contribuem para direcionar o esforço de melhoria e consolidar os avanços obtidos, tais como:

- a) Utilização de indicadores de desempenho para o monitoramento do processo;
- b) Definição clara de prioridades e metas a serem alcançadas;

- c) Padronização de procedimentos, de forma a consolidar boas práticas e servir de referencia para futuras melhorias;
- d) Criar uma postura de implementação de ações corretivas.

3.3.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

As melhorias de fluxo têm maior impacto em processos complexos. Em geral, requerem menores investimentos, sendo fortemente recomendados no início de programas de melhoria. As melhorias no processamento (conversão), por sua vez, são mais vantajosas quando existem perdas inerentes à tecnologia sendo utilizada, sendo os seus efeitos mais imediatos (ISATTO et al., 2002).

Segundo Koskela (1992), em qualquer processo de produção, fluxo e conversão existem diferentes potenciais de melhoria. Assim, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior o impacto da melhoria no fluxo e, quanto maiores as perdas associadas ao processo produtivo, mais lucrativo se torna a melhoria dos fluxos em detrimento das conversões. Entretanto, as melhorias das conversões e dos fluxos estão intimamente ligadas, visto que melhores fluxos necessitam uma menor capacidade de conversão e requerem a um menor investimento em equipamentos. Por outro lado, fluxos mais controláveis tornam mais fácil à implementação de novas tecnologias, as quais podem trazer uma redução da variabilidade.

Assim, é necessário que exista um equilíbrio entre ambas. Dentro de um determinado processo, em geral deve haver uma alternância entre a melhoria incremental, participativa, focada nas atividades de fluxo e a inovação tecnológica, em geral de origem externa à organização, que envolve mudanças mais radicais nas atividades de conversão (ISATTO et al., 2002).

Na prática, a melhoria do desempenho na execução de sistemas de vedação vertical, como, por exemplo, em alvenaria de blocos cerâmicos, requer um esforço de eliminação de perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoques. A partir do momento que este processo atinge elevados níveis de racionalização, passa-se a avaliar as possibilidades de introduzir uma inovação tecnológica nas atividades de conversão, como, por exemplo, através da utilização de divisórias leves ou painéis pré-moldados. Uma vez introduzida esta inovação,

passa a ser necessário novamente buscar a melhoria contínua, visando a melhorar o desempenho das atividades de fluxo (ISATTO et al., 2002).

3.3.11 Fazer benchmarking

Segundo Martins e Laugeni (2005, p.507), “*Benchmarking* consiste em um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico da produção”.

Este princípio se contrapõe com o princípio relacionado à introdução da melhoria contínua a partir do esforço interno da empresa. Assim, a competitividade da empresa deve ser o resultado da combinação dos seus pontos fortes (internos), desenvolvidos principalmente a partir de um esforço de melhoria contínua, com boas práticas observadas (externas) em outras empresas e setores (ISATTO et al., 2002).

Existe uma ampla bibliografia sobre como aplicar *benchmarking*, baseado em experiências desenvolvidas em diferentes empresas. Em linhas gerais diversos autores recomendam um processo estruturado, contendo os seguintes passos:

- a) Conhecer os próprios processos da empresa;
- b) Identificar boas práticas em outras empresas;
- c) Entender os princípios por trás destas boas práticas;
- d) Adaptar as boas práticas encontradas à realidade da empresa.

3.4 Estudos de Caso de Aplicação dos Princípios da Lean Construction

A introdução de modelos de aplicação da *lean construction* para se obter melhores resultados na qualidade dos produtos e redução de perdas tem estimulado o desenvolvimento de estudos de caso no setor, analisando os eventuais mecanismos e ferramentas de processos que melhor se adaptam no canteiro de obras.

3.4.1 Estudo de caso 1 - realizado por Lorenzon e Martins (2009):

Os pesquisadores Itamar Aparecido Lorenzon e Roberto Antônio Martins realizaram um estudo sobre a aplicação dos princípios da *lean construction* no qual a pesquisa foi conduzida por meio da abordagem qualitativa e do uso do método de estudo de caso. Utilizou-se a entrevista semiestruturada aplicada a diretores, gerentes e engenheiro de obras como técnica primária para a coleta de dados. Uma técnica secundária consistiu na observação indireta de evidências relacionadas com as práticas da Construção Enxuta.

A amostra foi composta de quatro empresas que, no entanto, geraram cinco estudos de caso: uma empresa que atua no setor de edificação habitacional com sede em Fortaleza-CE, uma empresa que atua na construção de obras industriais e institucionais (escolas, ginásios etc.) com sede no interior do Estado de São Paulo, uma empresa que atua no setor habitacional e industrial com sede em Fortaleza no Estado do Ceará, uma empresa relacionada ao setor de pré-fabricados de concreto com duas unidades fabris, uma na Grande São Paulo e outra no interior do Estado de São Paulo.

Segundo Lorenzon e Martins (2009) para o levantamento das informações foram utilizadas as seguintes fontes de evidências: documentação, entrevista e observação diretas descritas a seguir:

- ✓ Documentação: foi utilizado material publicado em eventos acadêmicos ou apresentado em congressos tais como, *Lean Summit*, *Inovacon*, *Conenx* e ainda monografias, revistas especializadas, manuais, dissertações, além de material fornecido pelas empresas. Todo este material tem característica de fácil acesso;
- ✓ Entrevista: As empresas foram selecionadas após avaliação do quesito Documentação por participação em eventos correlatos com o tema e constarem de publicação especializada. Os entrevistados foram selecionados por sua participação no processo de implantação e utilização das práticas da Construção Enxuta na empresa, sendo estes informados que se tratava de uma pesquisa de cunho acadêmico uma vez que, geralmente, os entrevistados têm receio de fornecer informações que consideram estratégicas da empresa. Nas empresas localizadas fora do Estado de São Paulo as entrevistas foram realizadas por meio eletrônico, ou seja, utilizando-se comunicação via computador como forma de contato; ressalva-se que essas empresas apresentavam

significativa quantidade de informações da fonte de evidência Documentação. As questões para entrevistas foram elaboradas a partir da revisão bibliográfica, com intuito de captar os principais tópicos a serem abordados;

- ✓ Observações diretas: foram visitadas as empresas localizadas no Estado de São Paulo. Nestas pôde-se observar os processos produtivos, incluindo quadro de visualização (programação da produção), equipamentos, estoques etc., além de área de planejamento das empresas.

No Quadro 2 é apresentado o cenário das empresas em relação aos princípios proposto por Koskela (1992), categorizados, qualitativamente, em “atente”, “atende parcialmente” e “não atende”, conforme legenda.

Princípios da Construção Enxuta	Construtora de edifícios residenciais	Construtora de obras industriais e institucional	Fabricante de pré-fabricados de concreto Fábrica I	Fabricante de pré-fabricados de concreto Fábrica II	Construção de obras industrial e residencial
Reduzir a parte das atividades que não agregam valor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumentar o valor do produto considerando as necessidades do cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reduzir a variabilidade	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Reduzir o Tempo do Ciclo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Simplificar por meio da redução do número de etapas	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Aumentar a flexibilidade da saída	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Aumentar a transparência do processo	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Focar o controle no processo global	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Introduzir melhoria contínua no processo	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Benchmarking	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Legenda

Atende	<input type="radio"/>
Atende parcialmente	<input checked="" type="radio"/>
Não atende	<input type="radio"/>

Quadro 2 – Análise das empresas por meio dos Princípios da Construção Enxuta

Fonte: Lorenzon e Martins (2009)

Lorenzon e Martins (2009) apresentam uma análise da adoção dos princípios, enfatizando os principais fatores que influenciaram o seu nível de adoção:

- **Reduzir a parte das atividades que não agregam valor:** com três empresas que “atendem” e duas empresas que “atendem parcialmente”. Os autores observaram que todas as empresas, de maneira sistematizada ou intuitiva, procuravam atender esse princípio. As empresas que apresentaram melhores condições foram aquelas cujos serviços exibiram elevado nível de repetitividade de operações. Ações como a criação de lotes de serviços, com a promoção da polivalência da mão-de-obra, possibilitaram a diminuição da segmentação das atividades, diminuindo o tempo entre eles. Além disso, as modificações no leiaute dos canteiros de obras, aliadas as ações de encaminhamento dos materiais diretamente para os locais de aplicação, permitiram a diminuição dos estoques intermediários;

- **Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes:** com quatro empresas “atendem” e uma que “atende parcialmente”. De maneira geral, todas as empresas procuraram identificar e atender as necessidades dos clientes. A empresa que “atende parcialmente” apresentava limitações em decorrência, principalmente, da alta padronização dos seus produtos, limitando as possibilidades de opções para os seus clientes;

- **Reduzir a variabilidade:** com uma empresa que “atende”, três empresas que “atendem parcialmente” e uma empresa que “não atende”. A empresa que melhor abrange esse princípio tem eficiente controle sobre seus processos produtivos, além de possuir uma linha de produção padronizada e a empresa que “não atende”, pelas características de suas obras, apresenta dificuldade em reduzir a sua variabilidade;

- **Reduzir o tempo de ciclo:** com duas empresas que “atendem”, duas empresas que “atendem parcialmente” e uma empresa que “não atende”. Como o tempo de ciclo pode ser definido como o somatório de todos os tempos necessários para se produzir um produto, é de fundamental importância para a empresa o conhecimento desses tempos; no entanto, as atividades repetitivas favorecem esse conhecimento. Além disso, ações promovidas em um princípio podem repercutir em outro, por exemplo, agir no princípio reduzir a parte das atividades que não agregam valor estará indiretamente agindo no princípio reduzir o tempo de ciclo. A empresa que não atendeu esse princípio caracterizava-se por não utilizar serviços repetitivos;

- **Simplificar por meio da redução do número de etapas:** com quatro empresas que “atendem parcialmente” e uma empresa que “não atende”. Todas as empresas intensificaram ações no sentido de promoverem a polivalência da mão-de-obra, que de certa forma diminuiu a segmentação entre as atividades, promovendo, com isso, a redução de etapas. Além disso, soluções tecnológicas alternativas como, por exemplo, a pré-fabricação de elementos estruturais, pode proporcionar aumento da produtividade desse serviço;
- **Aumentar a flexibilidade de saída:** com uma empresa que “atende” e quatro empresas que “atendem parcialmente”. Esse princípio está diretamente relacionado com a utilização de mão-de-obra polivalente, com a aplicação de soluções tecnológicas flexíveis e clientes consumidores que participam ativamente do processo de concepção do projeto e execução da obra;
- **Aumentar a transparência do processo:** com duas empresas que “atende”, duas empresas que “atende parcialmente” e uma empresa que “não atende”. A transparência do processo está associada a sua exposição, podendo ocorrer na forma de visualização em quadros de comunicação ou quando da sinalização imediata da ocorrência de alguma anormalidade, identificada em sinalizador *Andon*;
- **Focar o controle no processo global:** com uma empresa que “atende” e quatro empresas que “atendem parcialmente”. Para o controle no processo global é necessário que o processo seja bem definido; no entanto, mesmo a empresa que possua ambientes produtivos controlados, destacava-se a possibilidade de ocorrência de interferência interna e externa. A empresa que atendeu esse princípio tinha os processos de produção bem definidos, produtos padronizados, mão-de-obra polivalente dentro da linha de produtos;
- **Introduzir melhoria contínua no processo:** com uma empresa que “atende” e quatro empresas que “atendem parcialmente”. A empresa que atendeu esse princípio promoveu a implantação da ferramenta 5S e a elaboração do Manual para padronização dos procedimentos de projetos. Além disso, esse princípio pode ser contemplado em atitudes como analisar o número de parada da produção sinalizada no *andon* e propor soluções de forma que essas paradas não voltem ocorrer. Neste sentido, destaca-se a importância da manutenção preventiva em equipamentos;

- **Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões:** com a pontuação: cinco empresas que “atendem parcialmente”. O equilíbrio entre as melhorias nas atividades de fluxo e de conversão reside no fato destas serem dependentes umas das outras. Ambos os tipos de atividades têm potenciais diferentes de melhoria. Novas tecnologias têm impacto maior nas conversões e, em geral, a melhoria no fluxo pode ser iniciada com pequenos investimentos;

- **Benchmarking:** com duas empresas que “atendem parcialmente” e três empresas que “não atendem”. As empresas que atenderam parcialmente esse princípio utilizaram essa prática internamente, ou seja, um processo de produção serve de referência para outro.

Para Lorenzon e Martins (2009), o resultado desta análise das empresas que adotaram a Construção Enxuta sob a luz dos princípios que orientam essa forma de organização da produção possibilitou identificar quais são os princípios mais bem atendidos e quais são os menos atendidos e também os possíveis fatores que influenciaram estes resultados.

A empresa de pré-fabricado de concreto obteve seus principais ganhos enfatizando a padronização dos seus produtos e dos seus processos obtendo com isto processos produtivos mais bem definidos no qual todo ciclo de produção de vários elementos estruturais ocorrem num único dia. Esses resultados foram obtidos por meio da elevação do nível de mecanização e utilização de mão-de-obra polivalente, dentre outros fatores (LORENZON e MARTINS, 2009).

A partir das características dos seus empreendimentos com elevado nível de atividades repetitivas, as empresas construtoras de edifícios residenciais apresentaram vantagens por meio da adoção de lotes de serviços (agrupamento de vários serviços correlatos, possíveis de serem executados por uma única equipe de operários), além da aplicação da auto-gestão da produção pelos próprios operários. Além disto, segundo Lorenzon e Martins (2009) destacou-se o aumento da transparência do processo produtivo utilizando-se de ferramentas como, por exemplo, sinalizador de anormalidades na produção (*andon*).

A empresa de obras industriais e institucionais cujos empreendimentos caracterizam-se por obras inéditas (localização, especificações técnicas, leiaute, dificuldade de execução, etc.), não apresentou significativo número de atividades repetitivas e compõem-se de elevado

número de intervenientes no processo produtivo. Essa empresa obteve ganhos agindo de forma intensa nos três níveis do planejamento (longo, médio e curto prazo) interagindo clientes, fornecedores (material e mão-de-obra), além de atuar na polivalência da mão-de-obra possibilitando flexibilidade dos processos produtivos (LORENZON e MARTINS, 2009).

3.4.2 Estudo de caso 2 - realizado por Wiginescki e Krüger (2009)

A construtora analisada no estudo de caso está situada na cidade de Curitiba, estado do Paraná, e atua em obras de médio e pequeno porte, comerciais, corporativas e industriais.

Os autores caracterizam a empresa por ser de pequeno porte, familiar, na qual as atividades de administração, finanças, orçamentos e engenharia são realizadas pelos próprios sócios da empresa. A mão-de-obra empregada pela empresa apresenta uma grande rotatividade. Os funcionários são contratados e dispensados de acordo com a quantidade de serviços realizada pela empresa no período (WIGINESCKI e KRÜGER, 2009).

Segundo Wiginescki e Krüger (2009) o objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver diretrizes voltadas à aplicação de ferramentas de *lean construction* nas áreas de planejamento e controle de obras, proporcionando um aumento da transparência em obras de curto prazo e pequeno porte.

A interação dos pesquisadores foi dividida em dois momentos distintos nesta pesquisa. No primeiro momento, os pesquisadores investigaram, sem intervenção direta, a estrutura de funcionamento e os resultados do objeto de análise. No segundo momento, os pesquisadores entrevistaram diretamente nesta estrutura de funcionamento, buscando atingir o objetivo a que se propôs a pesquisa.

Segundo Wiginescki e Kruger (2009), os primeiros passos no desenvolvimento do estudo de caso foram a realização de uma avaliação do estado atual da empresa construtora. Para tal, foi utilizado o modelo de entrevista estruturada desenvolvida por Carvalho (2008), uma ferramenta desenvolvida para a coleta de dados com base nos onze princípios da *lean construction*, de Koskela (1992), que analisa individualmente a presença e a situação atual de cada um dos princípios na empresa. Com base nesta ferramenta foi desenvolvida a análise da empresa do estudo de caso. Analisaram-se individualmente a presença e a situação atual de cada um dos princípios da *lean construction* na empresa, por meio de entrevistas estruturadas realizadas com representantes dos diferentes elos da cadeia produtiva: diretoria, engenharia,

operário, fornecedor, projetista e cliente final. A Figura 9 apresenta os resultados individuais obtidos em todos os questionários que estão em anexo neste trabalho. No gráfico existem onze eixos, cada um deles representando um dos princípios da *lean construction* apresentados por Koskela (1992). Em cada eixo, uma graduação de nota de zero a quatro que foram colhidas do questionário aplicado.

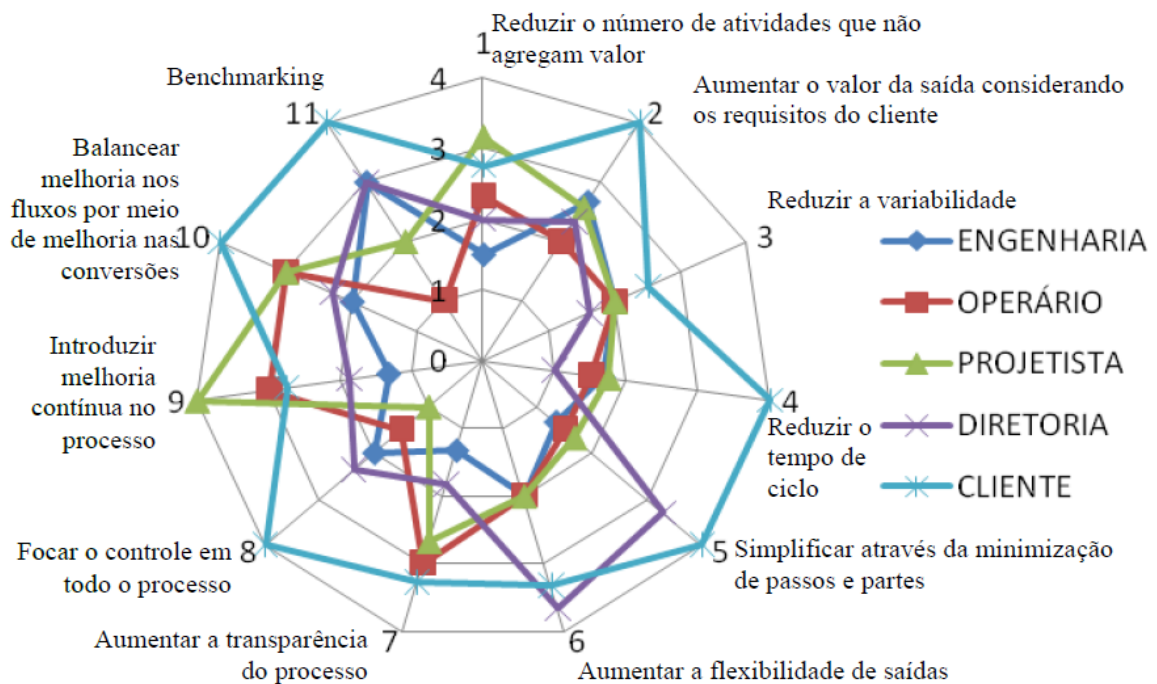


Figura 9 – Resultados da entrevista estruturada realizada na construtora estudada

Fonte: Wigneski e Krüger (2009)

Na Figura 9 podem ser observados os princípios da construção enxuta que estão menos ou mais presentes na empresa. De acordo com Wigneski e Krüger (2009), com base nestes resultados, é possível identificar os principais pontos a serem trabalhados para o desenvolvimento *lean* da construtora. Os princípios menos presentes são apresentados a seguir:

- ✓ Princípio 4 – reduzir o tempo de ciclo;
- ✓ Princípio 5 – simplificar através da minimização de número de passos e partes;
- ✓ Princípio 8 – focar o controle em todo o processo.

Além da realização do mapa do estado em que a empresa se encontrava, também foram utilizadas outras técnicas para avaliação da mesma, tais como a avaliação das condições organizacionais das obras realizadas pela empresa:

- ✓ Entrevista informal – com mestre-de-obras, engenheiro da obra e operários;
- ✓ Observação direta não participante – observação de obras realizadas pela empresa, com registro fotográfico.

Com base nas análises realizadas na construtora foi possível criar um quadro (Quadro 3) que mostra os principais problemas encontrados e a origem destes dados. Os dados apresentados na entrevista estruturada apresentaram os princípios com maior deficiência na construtora, que foram então trabalhados. Em paralelo foram dispostos os resultados encontrados na observação direta e nas entrevistas informais; esses resultados não estão diretamente relacionados com os princípios identificados anteriormente (WIGINESCKI e KRÜGER, 2009).

Características encontradas na construtora	Fonte de dados		
	Entrevista Estruturada	Observação Direta	Entrevistas Informais
	Necessidade de reduzir o tempo de ciclo	Falta de planejamento de longo, médio ou curto prazo.	Grande número de <i>buffers</i> .
	Necessidade de simplificar através de minimização de número de passos e partes	Falta de locais definidos para lixo.	Falta de locais definidos para lixo.
Necessidade de focar o controle em todo o processo	Falta de locais definidos para armazenamento de materiais.	Falta de locais definidos para armazenamento de materiais.	

Quadro 3 – Características obtidas no diagnóstico realizado na construtora

Fonte: Wiginescki e Krüger (2009).

Após a realização do estudo e da análise dos resultados obtidos foram criadas diretrizes bases para a implantação de ferramentas da construção enxuta nas áreas de planejamento e controle de obras, voltadas ao aumento da transparência na obra. Com os resultados obtidos na aplicação inicial foi possível identificar os elementos principais a serem trabalhados e as melhorias necessárias para aumento no sucesso das implantações (WIGINESCKI e KRÜGER, 2009).

As diretrizes propostas por Wiginescki e Krüger (2009), foram:

1. Realizar um planejamento base para todo o período da obra: é importante a empresa ter conhecimento da sequência das atividades e de suas durações, para que haja uma maior semelhança entre o planejamento e a execução. Para tanto, a ferramenta proposta foi o cronograma *master*, que apresenta apenas um caráter informativo, porém leva os envolvidos a pensarem pontualmente em cada uma das atividades;
2. Buscar o envolvimento das partes interessadas (*stakeholders*) da obra: para que haja sucesso na implantação das ferramentas é fundamental o envolvimento das partes interessadas na obra, como a diretoria da empresa, a engenharia da obra, o mestre-de-obras, os encarregados e os fornecedores;
3. Realizar o treinamento da mão-de-obra para maximizar os benefícios das ferramentas aplicadas: o conjunto de operários presentes na obra faz parte do grupo de partes interessadas, sendo assim, também devem ser devidamente treinados e informados para a utilização das ferramentas aplicadas;
4. Definir o leiaute da obra com base no desenvolvimento das atividades: antes da obra começar é importante a definição dos locais da obra destinados ao depósito de materiais, ferramentas e equipamentos, a localização de local para descarte de materiais de estações de trabalho para a realização de tarefas específica, entre outros. Para que algumas das ferramentas sejam utilizadas de maneira eficiente também é importante sinalizar e demarcar os locais definidos no leiaute da obra e manter os envolvidos informados sobre a obra;
5. Aumentar a transparência do processo: para a implantação da transparência na indústria da construção civil em obras pequenas e de curto prazo alguns fatores são importantes: estabelecimento de um programa de manutenção básica para eliminar a desordem, como o uso do programa 5S; modificações no leiaute e utilização de sinalizações adequadas para tornar o processo diretamente visível; utilização de controles visuais, tais como cartazes e fluxogramas para facilitar a qualquer pessoa reconhecer de imediato os padrões e desvios; e a utilização de medições para tornar visíveis os atributos do processo;

6. Identificar as atividades realizadas diariamente na obra: o planejamento geral da obra é utilizado para criação de uma base para a realização das atividades; entretanto, as atividades a serem executadas devem ser definidas ao longo do desenvolvimento da obra, aproximando o planejamento da obra de sua execução. A ferramenta utilizada neste caso é o *Last Planner*, que trabalha o planejamento de curto prazo da obra;
7. Tomar conhecimento das restrições presentes na obra: em obras de curta duração é importante conhecer eventuais problemas, limitações e restrições existentes para a realização de cada uma das atividades; para tanto é importante criar um planejamento de médio prazo para a obra. A ferramenta indicada para atingir este objetivo é o planejamento *lookahead*, no qual são indicadas as tarefas a serem realizadas e suas respectivas demandas;
8. Manter controle sobre a realização das atividades: com o uso do *Last Planner* é possível efetuar um maior controle da execução das atividades na obra. É importante a realização desta verificação, de maneira que os problemas existentes e os possíveis desvios sejam identificados e posteriormente corrigidos para uma melhor execução da obra;
9. Manter o controle sobre a organização e limpeza da obra: outro tipo de controle importante para o desenvolvimento das atividades é o controle sobre a organização e limpeza da obra. Devem ser cobradas por parte do mestre-de-obras e dos encarregados a limpeza constante das estações de trabalho e a organização geral da obra, fazendo com que sejam respeitados os senso do programa 5S, garantindo a transparência na obra, a saúde e a segurança dos operários e a qualidade de vida do canteiro de obras;
10. Fazer uma verificação do desenvolvimento da obra ao término das atividades: após o término da obra é importante identificar os pontos de sucesso e os problemas encontrados ao longo da obra. Por meio desta verificação é possível traçar melhorias para futuras obras, melhorar o conhecimento sobre o modelo da obra (neste caso obras pequenas e de curta duração), e criar uma base de dados individual da empresa, possibilitando a criação de indicadores internos, possibilitando uma retroalimentação de dados para uma próxima obra.

Durante a implantação das ferramentas propostas foi possível identificar aquelas que foram apropriadas e aquelas inadequadas para a situação e o modelo de obras estudadas. Neste caso a realização do estudo, mostrou-se válida, pois possibilitou a avaliação da implantação realizada. Isto permitiu a revisão de algumas ferramentas e dos métodos de implantação propostos e sua posterior validação na empresa (WIGINESCKI e KRÜGER, 2009).

4 CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa buscou-se apresentar um modelo já conceituado de gerenciamento com base no Sistema Toyota de Produção. Baseado neste conceito Koskela, em seu estudo de Doutorado, introduziu uma nova filosofia de produção dentro da construção civil, chamada de *lean construction*, que é bastante ampla para o setor, o qual se tornou demasiadamente complexo e diversificado, sendo assim há um grande potencial para a aplicação deste conceito. Pode-se dizer também que há diversas oportunidades de aplicação não exploradas até o momento.

Para que este modelo de *lean construction* seja adotado pelo setor da construção civil o processo de transferência do modelo tradicional para o modelo *lean* deve ser implementada de forma gradual e simplificada, através de seus conceitos, técnicas e ferramentas de forma que auxilie os profissionais da construção civil a pensar e agir sob a ótica dessa nova base conceitual.

Na presente pesquisa, buscaram-se apresentar alguns estudos de aplicação realizados por outros autores no intuito de analisar os resultados de empresas que adotaram a *lean construction* através dos princípios que orientam essa forma de organização da produção, possibilitando identificar quais são os princípios mais bem atendidos e quais são os menos atendidos e os fatores que influenciaram estes resultados.

As empresas avaliadas nos estudos percorreram caminhos coerentes com a literatura existente quando implementaram as ferramentas iniciais desta nova filosofia de construção, como o *Andon*, o *5S* e outras que aplicadas nas práticas construtivas contribuem para o desenvolvimento da obra com qualidade, e conseqüentemente auxiliam o atendimento das diretrizes propostas por Koskela.

Uma forma de verificar esses resultados apresenta-se no segundo estudo de caso, o qual, proporcionou uma reavaliação de algumas ferramentas comumente utilizadas em implantações da construção enxuta, acarretando a inovação na maneira com que estas ferramentas foram utilizadas, especialmente em se tratando do uso do *Last Planner* em períodos reduzidos, e o uso do *lookahead*, para períodos de médio prazo. O uso destas e de

outras ferramentas em obras rápidas permitiram uma releitura nos conceitos *lean* existentes, admitindo sua adaptação para os períodos de obras propostos. É importante ressaltar que as diretrizes propostas no estudo de caso foram criadas para obras de pequeno porte e de curta duração, além de estarem voltadas à organização, ao planejamento e ao controle de obras. Este fato não significa que estas diretrizes possam ser aplicadas da mesma forma em modelos diferentes de obras. Para essa aplicação, é necessário que novos estudos sejam feitos, apresentando adaptações e ajustes ao modelo original.

A *lean construction* vem proporcionar aos adeptos uma conscientização organizacional através da transparência e a redução dos desperdícios. Estes fatores criam uma mentalidade enxuta voltada para a satisfação dos clientes e como resultado um maior retorno financeiro devido ao maior valor agregado em seus produtos.

É imprescindível destacar que a devida compreensão dos princípios da construção enxuta por parte das empresas potencializará suas vantagens em termos de torná-las mais competitivas.

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. R.; MARTINS, M. A. D. C. autogestão em “célula de produção”. **enegep**, Campo Grande - RJ, 1997.
- ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.
- ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudos de casos**. Porto Alegre, PPGEC/UFRGS, 2000. Dissertação de mestrado.
- ALUKAL, G. – “**Crie uma empresa enxuta**”, Revista falando de qualidade, outubro de 2003, nº 137, pg. 12-17.
- CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- FERREIRA, F. M. P. F. R.; FRANCISCHINI, P. G. http://bt.fatecsp.br/arquivos/bt_16/12fernanda.pdf. **Análise da aplicação de ferramentas de engenharia de produção em obras de edificações através do sistema de gestão “lean construction” – estudo de casos**, 2007. Acesso em: 19 jul. 2010.
- FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios básicos e exemplos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000.
- G1 ECONOMIA E NEGÓCIOS. **Globo.com**, 2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia-e-negocios/noticia/2010/09/economia-cresceu-12-no-2-trimestre-de-2010-diz-ibge.html>>. Acesso em: 03 set. 2010.
- GHINATO, P. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: Edit. da UFPE, 2000. Publicado como 2o. cap. do Livro **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**.
- GOMES, A. R.; GOMES JÚNIOR, S.. Aplicação da filosofia Lean Construction para o gerenciamento de obras no município de Itaperuna-RJ. **ingepro**, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2009.
- HEINECK, L. F. M. et al. **Introdução aos conceitos Lean visão geral do assunto**. Fortaleza: Expressao grafica, 2009. 104 p.
- HOWELL, G. **What Is Lean Construction?** In Annual Conference of the International Group for Lean construction, 7, 26-28 Jul, 1999. Berkeley (CA) Proceedings. University of California.
- IMAI, M. **Gemba-Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. 2ª. ed. São Paulo: IMAM, 1996. 332 p.
- ISATTO, E. L. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SEBRAE. 2002.

JUNQUEIRA, L. E.. **Aplicação da Lean Construction para Redução dos Custos de Produção da Casa 1.0®**. São Paulo, SP: Escola Politécnica da USP, 2006. 146 p.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA: [s.n.], 1992.

LIKER, J. K. **O modelo toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. 1ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 316 p.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. Avaliação do nível de adoção da construção enxuta por meio de seus princípios. **VI Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, 21 à 23 Outubro 2009.

MACHADO , R. L.; HEINECK, L. F. M. Um novo modelo de PCP para o setor da construção civil. [S.l.: s.n.], 2006.

MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. Estratégias de produção para a construção enxuta. [S.l.: s.n.], 2006.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

MATOS, A. O.; FERREIRA, E. D. A. M.; SANTOS, D. D. G. Princípios da construção enxuta aplicada à programação de uma obra por linha de balanço. **VI Simpósio Brasileiro de gestão e economia da construção**, 21 a 23 Out. 2009. p.09.

MIRANDA, C. M. G. D. et al. Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do Sistema Toyota de Produção. **XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção**, Ouro Preto- MG, 21 a 24 out 2003. 8.

MÓDOLO, R. A.; MORETTI, D. D. C. Nortegubisian Consultoria Empresarial e Treinamento. **http://www.nortegubisian.com.br/o-que-fazemos/artigos/166-lean-a-maquina-perfeita**, 2009. Acesso em: 13 jun. 2010.

MONDEN, Y. **Produção sem estoques: uma abordagem prática ao sistema de produção da toyota**. Tradução de Antonia V. Pereira Costa; Antonio Freitas, *et al.* 1ª. ed. São Paulo: IMAM, 1984. 140 p.

MOREIRA, M.; BERNARDES, S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. Porto Alegre: Tese de doutorado, 2001.

MOURA, R. A. **Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção**. 6ª. ed. São Paulo: IMAM, 2003. 255 p.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Tradução de Cristina Schumacher. 1ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.

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

POWELL, J.; FORMOSO, C. T.; SANTOS, A. D.
<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/construcao-enxuta-85254-1.asp>.
www.piniweb.com.br, 01 Nov. 1998. Acesso em: 14 Maio 2010.

ROCHA, F. E. M. D. et al. **Logística e Lógica na Construção Lean**. Fortaleza: Fibra Construções Ltda., 2004. 152 p.

SANTOS, A. et al. **Método de Intervenção para Redução de Perdas na Construção Civil: Manual de Utilização**, Porto Alegre, 2000.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas**. Tradução de Lia Weber Mendes. 1ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 1988. 380 p.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Tradução de Eduardo Schaan. 2ª. ed. Porto alegre: Bookman, 1996. 291 p.

WIGINESCKI, B. B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta**. Curitiba: [s.n.], 2009.

WIGINESCKI, B. B.; KRÜGER, J. A. **Aplicação de ferramentas da Lean Construction em obras pequenas e de curto prazo**. [S.l.]: Simpósio Brasileiro de Gestão e economia da construção, 2009.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine os desperdícios e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 10ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 345 p.

ANEXO A– Questionário estruturado desenvolvido por Carvalho (2008)

QUESTIONÁRIO PARA MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL EM RELAÇÃO AO USO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	
EMPRESA:	DATA ENTREVISTA:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
ENDEREÇO	CIDADE / ESTADO:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
WEBSITE	CEP
<input type="text"/>	<input type="text"/>
EMAIL	TELEFONE / FAX:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
ÁREA DE ATUAÇÃO DA EMPRESA	DATA DE INÍCIO DA OBRA
<input type="text"/>	<input type="text"/>
TIPO E NOME DA OBRA:	DATA DE FINAL DA OBRA
<input type="text"/>	<input type="text"/>
NOME DO FORNECEDOR INDICADO:	
<input type="text"/>	
CONTATO DO FORNECEDOR INDICADO:	
<input type="text"/>	
NOME DO CLIENTE INDICADO:	
<input type="text"/>	
CONTATO DO CLIENTE INDICADO:	
<input type="text"/>	
NOME DO PROJETISTA INDICADO:	
<input type="text"/>	
CONTATO DO PROJETISTA INDICADO:	
<input type="text"/>	
ENTREVISTADOS:	FUNÇÃO:
1 <input type="text"/>	<input type="text"/>
2 <input type="text"/>	<input type="text"/>
3 <input type="text"/>	<input type="text"/>
4 <input type="text"/>	<input type="text"/>
5 <input type="text"/>	<input type="text"/>
6 <input type="text"/>	<input type="text"/>
PRINCÍPIOS LEAN CONSTRUCTION	
Baseado em: KOSKELA (1992) TR-72	
1	Redução de atividades que não agregam valor
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo
3	Reduzir a variabilidade
4	Reduzir o tempo de ciclo
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes
6	Melhorar a flexibilidade do produto
7	Melhorar a transparência do processo
8	Focar o controle do processo global
9	Introduzir a melhoria contínua do processo
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)
NÍVEIS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS	
0	O princípio não está presente ou existem grandes inconsistências em sua implementação
1	O princípio está presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação
2	O princípio está totalmente presente e efetivamente implementado
3	O princípio está totalmente presente e efetivamente implementado e exibe melhorias na sua execução, nos últimos 12 meses

ITEM QUESTIONAMENTOS

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

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
4	Reduzir o tempo de ciclo				
4.1	O tempo de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?				
	<p>CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
4.2	Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução do tempo de ciclo dos empreendimentos?				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
4.3	O tempo de ciclo de venda dos estoques é planejado e controlado? (Considerar o estoque como o produto final da empresa por exemplo: apartamentos, lotes e casas a venda da construtora - esta pergunta não se aplica a todos os segmentos)				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes				
5.1	O processo de compra de materiais para as obras é simples e eficiente?				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
5.2	O processo de venda de um produto ou serviço para o cliente é simples e eficiente?				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
5.3	O processo de contratação de empresas terceirizadas é simples e eficiente?				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
5.4	O fluxo de informação interno da empresa é simples e eficiente?				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
5.5	Os processos internos são descentralizados?				
	<p>CONCEITO: O idéia é que as decisões não devem ser canalizadas para uma única pessoa, mas que cada colaborador tenha autonomia sobre suas tarefas.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
6	Melhorar a flexibilidade do produto				
6.1	Os produtos ofertados possuem flexibilização de layout?				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
6.2	As solicitações dos clientes frente a uma flexibilização, seja ela na forma de pagamento, no design do produto ou no tipo de material aplicado, são				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
6.3	Existem produtos ofertados para clientes de diferentes setores da economia (ex. Indústria, Bancário, Comercial, Residencial, Agricultura, Governo, etc...)?				
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				

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

		POUCO		MUITO	
10 Balancear o fluxo com a melhoria das conversões		0	1	2	3
10.1	Classificar o controle sobre o fluxo de informações na sua empresa?				
<input type="text"/>					
10.2	Classificar o controle sobre o fluxo de compra e entrega de materiais na sua empresa?				
<input type="text"/>					
10.3	Classificar o controle sobre o fluxo de materiais internos na obra?				
<input type="text"/>					
10.4	Classificar o controle sobre os acessos e fluxos de pessoas no interior da obra?				
<input type="text"/>					
10.5	Quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão os fluxos citados acima acompanham sua melhora de desempenho? CONCEITO: A conversão é o processo de transformar matéria prima, informação e mão de obra em um produto que possui valor para o cliente.				
<input type="text"/>					
11 Benchmark (estabelecer referências de ponta)		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
11.1	A empresa faz uso de benchmark?				
CONCEITO: Benchmark pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos					
<input type="text"/>					

ITEM QUESTIONAMENTOS

ENGENHARIA		POUCO		MUITO	
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Há a preocupação da obra em reduzir as atividades que não agregam valor? CONCEITO: Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão de obra em requerimentos solicitados pelos clientes. <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
1.2	Existe a preocupação em traçar um mapeamento do estado atual e projetar um mapeamento do estado futuro do fluxo de trabalho da obra? CONCEITO: Por exemplo avaliando o layout atual do canteiro e constantemente estar experimentando novas disposições de layout. <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
1.3	Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais? <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
1.4	Os materiais sempre são distribuídos próximos ao ponto de aplicação? <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente	0	1	2	3
2.1	O cliente possui um meio de comunicação eficiente, no qual pode realizar suas considerações sobre os trabalhos realizados? <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
2.2	Existe conscientização na obra sobre as diferenças entre clientes internos e clientes finais? <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
2.3	Busca-se implantar as considerações dos clientes quando solicitados para tal? <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Existem procedimentos formalizados para execução das principais atividades no canteiro de obra? <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				
3.2	Existe um planejamento formalizado da obra (planos de longo, médio e curto prazo) ou linha de balanceamento? <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				

3.3	Faz uso de mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e reduzem a variabilidade do processo?				
3.4	As equipes são polivalentes?				
		POUCO	MUITO		
4 Reduzir o tempo de ciclo		0	1	2	3
4.1	O tempo de ciclo das atividades internas da obra são conhecidos?				
<p>CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação</p>					
4.2	Existe a preocupação em manter pequenos estoques na obra com alta rotatividade?				
4.3	Existe o controle sobre a produtividade dos operários?				
		POUCO	MUITO		
5 Simplificar e minimizar o número de passos e partes		0	1	2	3
5.1	A obra faz uso de produtos pré-moldados ou utilização de kits sempre que possível?				
5.2	A obra busca usar gabaritos ou equipamentos dedicados que possibilitam a redução do número de passos e partes para uma tarefa qualquer?				
5.3	As informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana são claras e estão disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro?				
		POUCO	MUITO		
6 Melhorar a flexibilidade do produto		0	1	2	3
6.1	A obra busca fornecer ao cliente um serviço flexível?				
6.2	Existe controle sobre o tempo gasto por um operário ao realizar a troca da execução de uma determinada atividade X para uma outra atividade Y?				
<p>CONCEITO: Tempo de setup é o período de tempo necessário para realizar a mudança de um tipo de atividade para outro tipo.</p>					

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

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões				
10.1	Existe o controle sobre o fluxo de informações na sua obra?				
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>					
10.2	Existe o controle sobre as compras e entregas de materiais na sua obra?				
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>					
10.3	Os fluxos de pessoas no interior da obra são constantemente repensados para obter melhor desempenho no trabalho?				
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>					
10.4	Quando existe uma melhoria de desempenho em algum processo de conversão os fluxos citados acima acompanham sua melhora de desempenho? CONCEITO: A conversão é o processo de transformar matéria prima, informação e mão de obra em um produto que possui valor para o cliente.				
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)				
11.1	A obra faz uso de benchmark?				
CONCEITO: Benchmark pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 10px;"></div>					

ITEM QUESTIONAMENTOS

OPERÁRIOS		POUCO		MUITO	
1	Redução de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	Existe a preocupação com o desperdício de material no canteiro?				
1.2	Existem treinamentos constantes na empresa com os operários?				
1.3	Classificar o seu tempo ocioso na obra?				
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente	0	1	2	3
2.1	Quando você vai iniciar um trabalho em uma determinada área a mesma está devidamente limpa, organizada e sem pendências de outras				
2.2	Você costuma perguntar para a pessoa que irá realizar o serviço posterior ao seu, sobre quais são as condições em que seu colega gostaria de				
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	Você possui conhecimento sobre qual a sua produtividade no dia?				
3.2	Existe a preocupação em executar as atividades conforme os procedimentos de qualidade?				
3.3	Você utiliza formas, gabaritos e moldes constantemente para te auxiliar em atividades repetitivas?				

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
4	Reduzir o tempo de ciclo				
4.1	Você conhece o tempo que você gasta esperando materiais na obra diariamente? 				
4.2	Você conhece o tempo que você gasta em movimentação de um local para outro, diariamente na obra? 				
4.3	Você conhece o tempo que você gasta em inspeção dos serviços, diariamente na obra? 				
4.4	Você conhece o tempo que você utiliza para executar as atividades que são consideradas como valor para a obra? CONCEITO: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação 				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes				
5.1	Você faz uso de produtos pré moldados ou kits de materiais fáceis de serem aplicados? 				
5.2	Você identifica alguma atividade que possui muitas etapas e que pode ser simplificada na obra? 				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
6	Melhorar a flexibilidade do produto				
6.1	Você se considera capaz de executar vários tipos de atividades como: armação, carpintaria, serviços de acabamentos, serviços elétricos e CONCEITO: Polivalente é o operário que possui vários tipos de habilidades. 				
6.2	A empresa lhe fornece oportunidade para se tornar polivalente? 				

		POUCO		MUITO	
7 Melhorar a transparência do processo		0	1	2	3
7.1	Você acredita que a obra é segura e bem sinalizada?				
<input type="text"/>					
7.2	Você acredita que a obra é limpa e organizada?				
<input type="text"/>					
7.3	Você conhece quais são as políticas de condutas da empresa?				
<input type="text"/>					
7.4	Existe abertura para conversar com a engenharia e com a diretoria da empresa?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
8 Focar o controle do processo global		0	1	2	3
8.1	Como você classificaria seu conhecimento sobre o planejamento total da obra?				
<input type="text"/>					
8.2	Você sabe quais são as atividades a serem executadas em cada dia desta semana?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
9 Introduzir a melhoria contínua do processo		0	1	2	3
9.1	A empresa possui algum programa que incentive o funcionário a apresentar novas idéias para melhoria contínua?				
<input type="text"/>					
9.2	Com qual freqüência as idéias dos funcionários são aplicadas na prática?				
<input type="text"/>					
9.3	Como você classificaria a influencia que a empresa te proporcionou no aumento de sua produtividade na obra com o passar do tempo?				
<input type="text"/>					

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões				
10.1	Você acredita que a quantidade de operários na obra é suficiente para entregar a obra no prazo?				
<input type="text"/>					
10.2	Como você classificaria a eficiência da entrega de materiais no canteiro?				
<input type="text"/>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)				
11.1	Para executar essa obra você utiliza algum outro trabalho da própria empresa como um modelo bem sucedido a ser espelhado?				
<input type="text"/>					

ITEM QUESTIONAMENTOS		POUCO		MUITO	
4	CLIENTES	0	1	2	3
1	Redução de atividades que não agregam valor				
1.2	O produto ofertado atende completamente suas necessidades?				
	<input type="text"/>				
1.3	Como você classificaria o atendimento ao cliente fornecido pela construtora?				
	<input type="text"/>				
1.4	As informações fornecidas pelo construtor sobre o produto são suficientes para seu uso e manutenção?				
	<input type="text"/>				
1.5	Você é constantemente consultado para opinar sobre o desempenho da empresa pela qual é cliente?				
	<input type="text"/>				
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente	0	1	2	3
2.1	O tempo planejado para a produção atende as necessidades do cliente?				
	<input type="text"/>				
2.2	O preço do produto ou serviço atende as necessidades do cliente?				
	<input type="text"/>				
2.3	A qualidade dos materiais aplicados atendem as necessidades do cliente?				
	<input type="text"/>				
2.4	O design atende as necessidades dos clientes?				
	<input type="text"/>				
3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
3.1	A construtora aplica produtos e pratica serviços padronizados?				
	<input type="text"/>				
3.2	Os materiais usados estão aplicados de maneira adequada?				
	<p>CONCEITO: Por exemplo manchas na pintura da parede decorrentes da má aplicação</p> <input type="text"/>				

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
4	Reduzir o tempo de ciclo				
4.1	O tempo de retorno da reclamação sobre algum problema do produto atende as necessidades do cliente?				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes				
5.1	O processo de compra do serviço/produto é simples e eficiente?				
5.2	O canal de comunicação com a empresa é simples e eficiente?				
5.3	A quantidade de etapas necessárias para se realizar uma reclamação atende as necessidades do cliente?				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
6	Melhorar a flexibilidade do produto				
6.1	Quando você busca um produto desta construtora você possui opções diferentes de escolha?				
6.2	Como você classificaria a flexibilização do produto ofertado?				
6.3	Você acredita que a empresa esta melhor do que o mercado em relação a flexibilização dos seus serviços/produtos?				
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
7	Melhorar a transparência do processo				
7.1	O processo de compra, incluindo o contrato, é transparente?				
7.2	Os termos de uso e manutenção são transparentes?				
7.3	Ao visitar o canteiro de obra, você observou se estava limpa e organizada?				

7.4	Existe um espaço agradável e destinado aos clientes na obra?				
7.5	A obra estava bem sinalizada?				
7.6	Você se sentiu seguro ao visitar o canteiro?				
7.7	Você foi obrigado a utilizar equipamentos de proteção, como botas e capacete para visitar o canteiro?				
		POUCO		MUITO	
8	Focar o controle do processo global	0	1	2	3
8.1	Como você classificaria, de maneira global, a satisfação do cliente frente ao produto/serviço ofertado?				
		POUCO		MUITO	
9	Introduzir a melhoria contínua do processo	0	1	2	3
9.1	Você percebe a busca pela melhoria contínua da empresa?				
9.2	Você acredita que a empresa respeita e dignifica seus funcionários?				
9.3	Você percebe que a empresa possui controle sobre seus processos internos?				
9.4	O cliente é convidado a contribuir para a evolução da empresa?				

		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
10	Balancear o fluxo com a melhoria das conversões				
10.1	Você acredita que a empresa é bem sucedida no desempenho de seus processos produtivos?				
<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>					
		POUCO		MUITO	
		0	1	2	3
11	Benchmark (estabelecer referências de ponta)				
11.1	Em sua percepção a empresa faz uso de benchmark?				

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

