

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

**CONTEXTUALIZAÇÃO DOS 11 PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA
LEAN CONSTRUCTION NAS ATIVIDADES DE
FECHAMENTOS EM ALVENARIA DE UM EDIFÍCIO NA
CIDADE DE MARINGÁ-PR**

Vinícius Castro Berçanetti

TCC-EP-2014

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

**CONTEXTUALIZAÇÃO DOS 11 PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA
LEAN CONSTRUCTION NAS ATIVIDADES DE
FECHAMENTOS EM ALVENARIA DE UM EDIFÍCIO NA
CIDADE DE MARINGÁ-PR**

Vinícius Castro Berçanetti

TCC-EP-2014

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

Orientador: Prof.º: Adriano Rodrigues Siqueira

**Maringá - Paraná
2014**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que meu sonho se tornasse realidade.

À minha anjinha Viviane que do céu me protege, me ilumina e me acompanha.

Aos meus amados pais Luiz e Irene que sempre me apoiaram durante esta caminhada.

À família, amigos e companheiros de trabalho.

Ao professor Adriano pela orientação e incentivo nesta monografia.

A todos que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Muito obrigado!!!

RESUMO

Devido à crescente competitividade e clientes cada vez mais exigentes, empresas construtoras estão investindo em novas técnicas e práticas de gerenciamento de obras com o objetivo de reduzir custos e aumentar a produtividade através de novas filosofias de produção. A filosofia *Lean Construction* (construção enxuta), originada do Sistema Toyota de Produção, trata-se de um modelo de produção enxuta que explica de forma mais apropriada as práticas da construção civil, podendo ser aplicada em todos os tipos de obras. O presente trabalho contextualiza os onze princípios da construção enxuta, criados por Koskela, que são aplicados de maneira eficaz pela construtora em estudo nas atividades de fechamentos em alvenaria de uma edificação na cidade de Maringá-PR.

Palavras-chave: Construção Enxuta, Sistema Toyota de Produção, Fechamentos em Alvenaria.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 OBJETIVO GERAL	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 METODOLOGIA	3
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	4
2.1.1 OS 7 TIPOS DE PERDAS	5
2.1.2 A ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	7
2.1.2.1 <i>JUST-IN-TIME (JIT)</i>	8
2.1.2.2 <i>JIDOKA (AUTONOMAÇÃO)</i>	10
2.1.2.3 <i>HEIJUNKA – OPERAÇÕES PADRONIZADAS – KAIZEN</i>	11
2.2 <i>LEAN THINKING</i> (PENSAMENTO ENXUTO)	12
2.2.1 OS 5 PRINCÍPIOS DO <i>LEAN THINKING</i>	12
2.2.1.1 VALOR	12
2.2.1.2 FLUXO DE VALOR	13
2.2.1.3 FLUXO CONTÍNUO	13
2.2.1.4 PRODUÇÃO PUXADA	13
2.2.1.5 PERFEIÇÃO	14
2.3 <i>LEAN PRODUCTION</i> (PRODUÇÃO ENXUTA)	14
2.3.1 HISTÓRICO DA <i>LEAN PRODUCTION</i>	14
2.3.2 CONCEITO DA <i>LEAN PRODUCTION</i> NA ORGANIZAÇÃO	15
2.4 <i>LEAN CONSTRUCTION</i> (CONSTRUÇÃO ENXUTA)	16
2.4.1 APLICAÇÃO DA FILOSOFIA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	18
2.4.2 OS 11 PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	21

3	DESENVOLVIMENTO	22
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	22
3.2	DADOS DA OBRA	23
3.3	APLICAÇÃO DOS 11 PRINCÍPIOS <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	24
3.3.1	REDUZIR ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR	24
3.3.2	AUMENTAR O VALOR DO PRODUTO ATRAVÉS DA CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES	25
3.3.3	REDUZIR A VARIABILIDADE	27
3.3.4	REDUZIR O TEMPO DO CICLO DE PRODUÇÃO	29
3.3.5	SIMPLIFICAR ATRAVÉS DA REDUÇÃO DO NÚMERO DE PASSOS OU PARTES	30
3.3.6	AUMENTAR A FLEXIBILIDADE DE SAÍDA DO PRODUTO	31
3.3.7	AUMENTAR A TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO	32
3.3.8	FOCAR NO CONTROLE DE TODO O PROCESSO	33
3.3.9	INTRODUZIR MELHORIA CONTÍNUA NO PROCESSO	34
3.3.10	MANTER UM EQUILÍBRIO ENTRE MELHORIAS NOS FLUXOS E NAS CONVERSÕES	36
3.3.11	REALIZAR <i>BENCHMARKING</i> (REFERÊNCIAS DE PONTA)	37
4	CONCLUSÃO	38
4.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
4.2	CONTRIBUIÇÕES	38
4.3	TRABALHOS FUTUROS	39
5	REFERÊNCIAS	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	7
FIGURA 2: FLUXO DE PRODUÇÃO TRADICIONAL X FLUXO UNITÁRIO CONTÍNUO.....	9
FIGURA 3: MODELO DE PROCESSO NA FILOSOFIA TRADICIONAL.	16
FIGURA 4: MODELO DE PROCESSO NA FILOSOFIA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	17
FIGURA 5: CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO PLAENGE.	22
FIGURA 6: EDIFÍCIO LA VISTA.	23
FIGURA 7: USO DE ESCANTILHÕES PARA AUXILIAR A ELEVAÇÃO DA ALVENARIA.	25
FIGURA 8: PLANTA DO APARTAMENTO OPÇÃO 01.	26
FIGURA 9: PLANTA DO APARTAMENTO OPÇÃO 02.	26
FIGURA 10: PLANTA DO APARTAMENTO OPÇÃO 03.	27
FIGURA 11: PLANTA DO PAVIMENTO TIPO DO EDIFÍCIO LA VISTA.	28
FIGURA 12: ATIVIDADE DE MARCAÇÃO DE ALVENARIA.	29
FIGURA 13: SIMPLIFICAÇÃO ATRAVÉS DO USO DE VERGAS PRÉ-MOLDADAS.....	30
FIGURA 14: AUMENTO DA FLEXIBILIDADE DE SAÍDA.....	31
FIGURA 15: TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO.	32
FIGURA 16: TREINAMENTO DE COLABORADORES.....	34
FIGURA 17: DISTRIBUIÇÃO DE PALETES PELO PAVIMENTO.	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: PRODUÇÃO CONVENCIONAL <i>VERSUS</i> PRODUÇÃO ENXUTA.....	18
QUADRO 2: SUGESTÕES DE FERRAMENTAS PARA A APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS.....	20

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Junqueira (2006), nos dias atuais o gerenciamento de obras é feito de forma improvisada, intuitiva e reativa; resultando em baixa produção, falta de qualidade, custos elevados de produtividade e altos índices de desperdício. Neste cenário, as empresas estão, cada vez mais, investindo em novas técnicas e práticas de gestão com o intuito de reduzir custos e aumentar a produtividade através de novas filosofias de produção. O principal estímulo para estas mudanças é o nível de competitividade crescente e clientes cada vez mais exigentes.

Segundo Alves (2000), a filosofia *Lean Construction* (construção enxuta) é a que explica de forma mais adequada as práticas da construção civil. Essa filosofia resulta da aplicação dos princípios *Lean Production* (produção enxuta) no universo da construção civil. Estes modelos são originados do Sistema Toyota de Produção (STP), o qual foi o responsável de tornar a Toyota uma das maiores empresas automobilísticas em termos de rentabilidade e qualidade de seus produtos.

O pensamento *Lean* (enxuto) é uma forma de identificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Ou seja, o pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos (esforço humano, tempo, equipamento, espaço), e também, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes o que eles desejam (WOMACK e JONES, 1998).

Para Heineck et al. (2009), a construção enxuta pode ser aplicada a todos os tipos de construção. Sua aplicação tornam os processos transparentes a todos os envolvidos no projeto, desde os serventes até os engenheiros. Em suma, trata-se de uma forma simples e eficiente de administrar recursos humanos e físicos com o objetivo de aumentar a qualidade, produtividade e satisfação dos clientes.

1.1 Justificativa

A produção enxuta (Sistema Toyota de Produção) que até então era restrito apenas à indústria automobilística, recentemente, sofreu uma adaptação para ser aplicada em canteiros de obras, mantendo-se o pensamento enxuto de produzir, denominada *Lean Construction* (construção enxuta).

A intenção deste trabalho é conhecer essas filosofias de produção enxuta e explicar ao leitor, de modo simples e prático, exemplos de como aplicar cada um dos onze princípios, criado por Koskela, que conduzem o modo *Lean* de se trabalhar no setor da construção civil.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

Este trabalho visa contextualizar os conceitos e princípios da filosofia *Lean Construction* adotados na atividade de fechamento em alvenaria não estrutural em uma edificação na cidade de Maringá-PR. Sabendo-se que esta filosofia é uma adaptação do Sistema Toyota de Produção para o universo da construção civil, o modelo propicia 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 dos colaboradores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Contextualizar os princípios da filosofia *Lean Construction* aplicados na atividade de fechamento em alvenaria não estrutural em uma edificação na cidade de Maringá-PR e constatar os benefícios que este modelo proporciona ao empreendimento.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- Conhecer as ferramentas e princípios da filosofia *Lean Construction*;
- Estudar a empresa construtora e conhecer sua metodologia de trabalho;
- Identificar os princípios *Lean Construction* adotados na atividade de fechamento;
- Constatar os benefícios que a filosofia oferece ao empreendimento e à construtora.

1.4 Metodologia

Do ponto de vista das metodologias técnicas, esse trabalho se enquadra em estudo de caso, realizado através de uma pesquisa exploratória qualitativa referente aos onze princípios que regem a filosofia *Lean Construction* aplicados pela construtora em estudo nas atividades de fechamentos em alvenaria.

O trabalho será realizado em um edifício em obras localizado na cidade de Maringá-PR. O empreendimento possui: um subsolo, térreo, dois pavimentos intermediários e onze pavimentos tipo, totalizando catorze lajes. O término da construção está previsto para início do ano de 2016 com duração de 30 (trinta) meses.

Conclui-se que esta 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 serão apresentados, na opinião de outros autores, o histórico, conceitos e princípios do Sistema Toyota de Produção, *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto), *Lean Production* (Produção Enxuta) e *Lean Construction* (Construção Enxuta). Já no desenvolvimento, será definido, exemplificado e demonstrado as características inerentes aos onze princípios da filosofia *Lean Construction* que são adotados pela empresa construtora em estudo para a atividade de fechamento em alvenaria.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Será descrito nesta revisão o histórico, conceito e princípios das filosofias que auxiliam o sistema de produção da construção civil.

2.1 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção surgiu após a segunda guerra mundial, porém, só depois da crise do petróleo em 1973 é que a Toyota Motor Company chamou a atenção da indústria japonesa. Pois, mesmo em período de crise, a empresa japonesa foi uma das poucas a escapar da crise e continuou obtendo lucros (GHINATO, 2000).

De acordo com Shingo (1996), o objetivo central do Sistema Toyota de Produção (STP) não é apenas a eliminação total das perdas, mas também, em capacitar a organização para responder com rapidez as constantes flutuações de demanda do mercado através do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade (flexibilidade, custo, qualidade, atendimento, inovação).

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

Shingo (1996) afirma que outro sistema criado pela Toyota foi uma nova maneira de coordenar o fluxo de materiais dentro do sistema de fornecimento diário de suprimentos, o *just-in-time*. Nesse sistema foi estabelecido que as partes fossem produzidas apenas quando a próxima etapa as requisitasse.

O sistema de produção e gerenciamento criado pela empresa da Toyota foi resultado de esforços de tentativas e erros para competir com a produção em massa já instituído nas indústrias americanas e europeias. No entanto, após vinte anos de trabalho, Toyota e Ohno conseguiram implantar este conjunto de ideias no Sistema Toyota de Produção com sucesso, trazendo melhorias expressivas na produtividade, na qualidade do produto e na capacidade de resposta a mudanças do mercado (SHINGO, 1996).

2.1.1 Os 7 Tipos de Perdas

Taiichi Ohno, engenheiro de produção da Toyota e um dos criadores do STP, identificou sete tipos de perdas a fim de se eliminarem (MODEN, 1984):

- 1) Perdas pela superprodução;
- 2) Perdas por tempo de espera;
- 3) Perdas com transportes desnecessários;
- 4) Perdas do processamento;
- 5) Perdas por estoques;
- 6) Perdas por movimentos;
- 7) Perdas de produtos com defeitos.

Para Monden (1984) as perdas pela superprodução surgem devido à produção em quantidades maiores do que as necessárias daquele momento. Se a quantidade produzida não estiver sincronizada com a demanda, poderá haver perda. Esse estará materializado na forma de estoque (aumento de custo).

De acordo com Guinato (2000), as perdas devido ao tempo de espera acarreta de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. Ainda para o mesmo autor, destacam-se três tipos de perda por espera:

- a) Perda por espera no processo: ocorre quando o lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior;
- b) Perda por espera do lote: decorrente à espera 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 processo;

- c) Perda por espera do operador: provém devido à ociosidade gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina apenas para acompanhar, ou monitorar, o processamento do início ao fim.

Em relação a perda com transportes desnecessários, por se tratar de uma atividade que não agrega valor ao produto final e possui alto custo, o ideal é que seja reduzido a zero. 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 (GUINATO, 2000).

Segundo Heineck et al. (2009), as perdas do processamento são 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. Pode-se citar como exemplo o excesso de escoramento de formas para a concretagem de uma viga por falta de um projeto detalhado.

Monden (1984) associa as perdas por estoques com à falta de controle adequado de estoques e a falta de cuidados no armazenamento dos materiais, ou seja, à má administração da empresa. Porém, apesar dos custos e perdas, os estoques têm efeito de diminuir ou resolver uma série de problemas de produção, como: demanda não prevista, interrupções por quebra de máquinas, problemas de preparação de máquinas (SHINGO, 1988).

De acordo com Heineck et al. (2009), perdas por movimento são decorrentes da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução de suas atividades. Podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas ou de difícil acesso, falta de estudo de *layout* da indústria e do posto de trabalho, etc. Ohno (1997) separa os movimentos dos trabalhadores em desperdício e em trabalho, o desperdício é o movimento repetido e desnecessário que deve ser eliminado; já o trabalho, é aquele movimento com, ou sem, valor agregado. Por fim, ele afirma: “operários estarem se movendo não significa que estão trabalhando”.

Por fim, as perdas de produtos com defeitos estão diretamente ligadas à falta de fiscalização para a avaliação da qualidade. Todavia, essa inspeção não deve ser feita somente quando o produto está acabado, mas sim, ao término de cada processo que envolve sua produção. Este é o princípio da produção com zero defeitos, idealizado pelo Sistema Toyota de Produção (SHINGO, 1988).

2.1.2 A estrutura do Sistema Toyota de Produção

Ghinato (2000) apresenta o STP com seus dois pilares – *Just-in-time (JIT)* e *Jidoka* (autonomação) – além de outros componentes essenciais do sistema cujo objetivo é atender da melhor forma 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 colaboradores em relação à qualidade de vida também é uma preocupação fundamental da gerência. Essa e outras informações estão demonstradas na Figura 1.

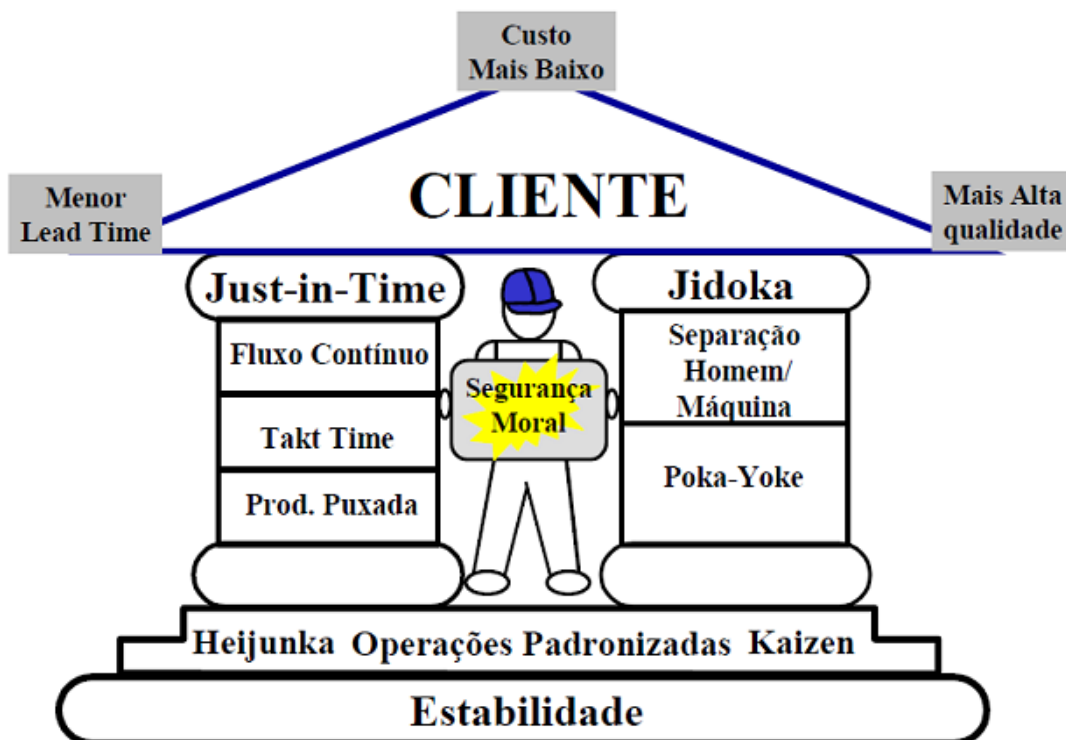


Figura 1: Estruturação do Sistema Toyota de Produção.

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 segundo desses elementos, a operação padronizada, pode ser definida como um método efetivo e organizado de produzir sem perdas. A estabilidade dos processos é o alicerce de todo o STP; pois, apenas processos com qualidade, sob controle e estáveis podem ser padronizados de forma a garantir a produção de itens livres de defeitos (decorrente do *Jidoka*), na quantidade e no momento certo (decorrente do *JIT*) (GHINATO, 2000).

2.1.2.1 *Just-in-time (JIT)*

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 o estoque zero (OHNO, 1997).

Para Ghinato (2000), 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.

a) Fluxo Contínuo:

O mesmo autor define o fluxo contínuo como 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 para células de manufatura compostas dos diversos processos necessários à fabricação de determinada família de produtos.

Essa conversão é apenas um pequeno passo em direção à implementação da produção enxuta, pois, o que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de programar um fluxo unitário de produção cujos estoques entre processos sejam completamente eliminados, como observado na Figura 2. Desta forma, será possível a eliminação das perdas por estoque, perdas por espera e obter a redução do *lead time* de produção (GHINATO, 2000).

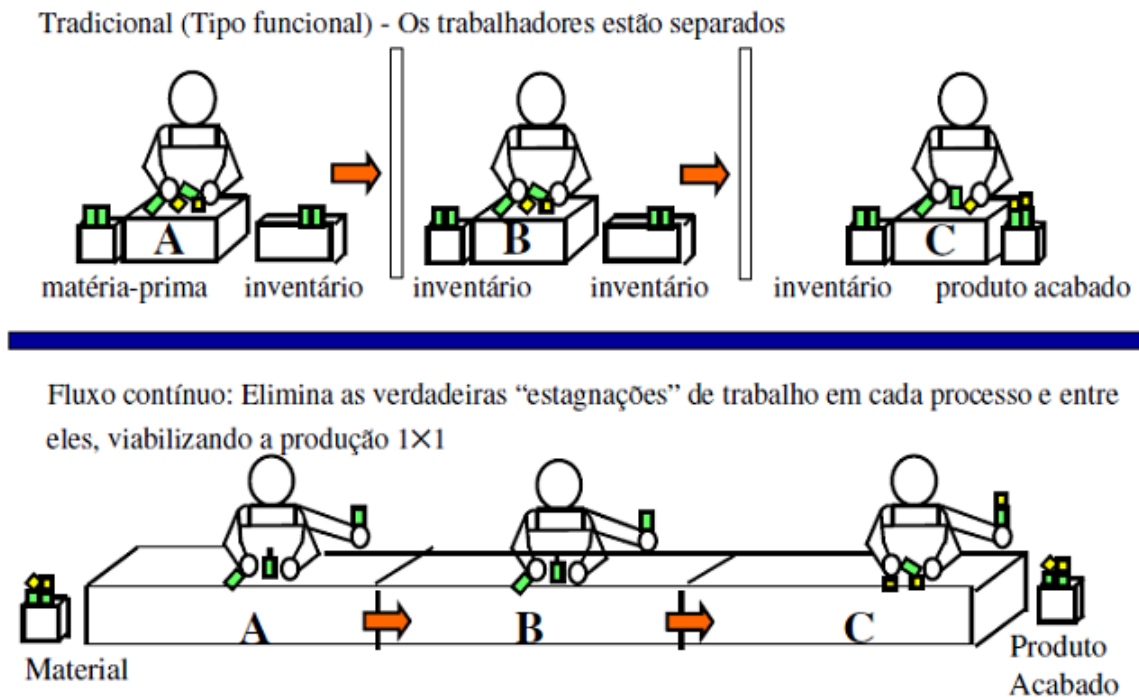


Figura 2: Fluxo de Produção Tradicional x Fluxo Unitário Contínuo.

Fonte: Ghinato, 2000.

b) *Takt Time*:

De acordo com Miranda et al. (2003), *takt time* pode ser definido como o tempo entre duas unidades sucessivas de um produto, ou componente, produzido por uma célula de produção ou linha de montagem. Também pode ser interpretado como o ritmo de produção necessário para atender a uma determinada demanda. Portanto, o *takt time* é o tempo necessário para produzir um produto ou um componente completo, baseado na demanda do cliente.

c) Produção Puxada:

Um sistema de produção puxada produz somente o que for vendido, evitando a superprodução. No STP, 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, ou seja, processo-cliente para o processo-fornecedor (GHINATO, 2000).

Ghinato (2000) afirma que a produção puxada na Toyota é viabilizada através do *kanban*. Este é um sistema de informação simples (cartão de pedido) cujo objetivo é o de controlar e balancear as quantidades de produção em todo o processo (o que, quanto e quando produzir), eliminar perdas, permitir a reposição de estoques (baseado em demanda) e representar, visualmente, os processos.

2.1.2.2 *Jidoka* (Autonomação)

Em 1926, quando a família Toyoda ainda concentrava seus negócios no setor têxtil, Sakichi Toyoda inventou um tear capaz de parar, automaticamente, quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios da malha fossem rompidos. Desse modo, Sakichi conseguiu viabilizar ao operador a supervisão simultânea de vários teares. Essa inovação, denominada de autonomação, revolucionou a tradicional indústria têxtil (GHINATO, 2000).

A ideia de autonomação proporcionou um aumento na produtividade dos trabalhadores e diminuiu a perda por espera do trabalhador, pois, um único trabalhador passou a operar várias máquinas ao mesmo tempo, e não apenas uma máquina como anteriormente. Ainda, a ideia de parar a produção quando surge um problema é extremamente importante para a efetiva solução do problema, de modo que não haja mais reincidência (OHNO, 1997).

Para Ghinato (2000), conhecendo-se não só o problema, mas também seu motivo, é possível solucionar 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, tendo estes a obrigação de parar a produção caso for identificado alguma anormalidade. A viabilização do *Jidoka* depende de dois fatores: separação entre homem e máquina e *poka-yoke*.

a) Separação entre Homem e Máquina:

A permanência do trabalhador junto à máquina (relação máquina-homem) durante a execução do processamento não é tão fácil de ser rompida, pois, é uma prática característica da indústria tradicional. Porém, o aperfeiçoamento de dispositivos capazes de detectar irregularidades gerou a separação entre o homem e a máquina, além do mais, contribuiu para o desenvolvimento de funções inteligentes nas máquinas (GHINATO, 2000).

b) *Poka-Yoke* (à prova de erros):

Poka-yoke é um mecanismo de detecção de anormalidades que, associado a uma operação, impede a execução irregular de uma atividade, logo, é uma forma de inibir as principais interferências na execução da operação. Os dispositivos *poka-yoke* são a maneira pela qual o conceito do *Jidoka* é colocado em prática, pois, permitem a separação entre a máquina e o homem, e também, pode-se conseguir o “zero defeitos” na produção (GHINATO, 2000).

2.1.2.3 *Heijunka* – Operações Padronizadas – *Kaizen*

Segundo Liker (2004), *heijunka* é o nivelamento da produção em volume e em combinação de produtos com o objetivo de identificar a demanda possível de produtos num período de tempo maior e nivelá-los para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidos a cada dia. Ou seja, é uma programação da produção que permite a combinação de diferentes itens de forma a garantir um fluxo contínuo de produção, nivelando também a demanda dos recursos de produção. O *heinjuka* da forma como é utilizado no STP, permite a produção em pequenos lotes e a redução do número de inventários.

De acordo com Ghinato (2000), 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.

Kaizen é a melhoria necessária e contínua de uma atividade cujo objetivo é a eliminação de perdas de forma a agregar mais valor ao produto/serviço com o mínimo de investimento. Essa prática depende do contínuo monitoramento (através da utilização do ciclo PDCA), desenvolvendo padronização da melhor solução e contínua melhoria deste padrão, garantindo que os menores e importantes ganhos sejam incorporados às práticas operacionais (GHINATO, 2000).

2.2 *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto)

Womack e Jones (1998) definem o pensamento enxuto como sendo uma forma de especificar valor, alinhar a criação de valor na melhor sequência das ações, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realiza-las de forma cada vez mais eficaz. Em suma, o pensamento é enxuto porque é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, e ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

O objetivo de todo o sistema baseado no *Lean Thinking* é de eliminar todo o desperdício, ou seja, toda a atividade que absorve recursos, mas, não cria valor aos olhos do cliente, como por exemplo: excesso de produção, movimento, transporte, estoque, espera, atividades desnecessárias e defeitos (WOMACK e JONES, 1998).

2.2.1 Os 5 Princípios do *Lean Thinking*

Womack e Jones (1998) estabeleceram cinco princípios para a fundamentação dos princípios do *Lean Thinking*. São eles:

- 1) Valor;
- 2) Fluxo de Valor;
- 3) Fluxo Contínuo;
- 4) Produção Puxada;
- 5) Perfeição.

2.2.1.1 Valor

A princípio, deve-se compreender o que é valor para o cliente, pois este princípio é o ponto de partida para o bom emprego de todos os demais princípios da filosofia *Lean*. Essa identificação inclui definir exatamente quais as características do produto/serviço que o cliente está disposto a pagar. Esta é a base para a identificação de possíveis perdas, relacionadas com tudo aquilo que não agrega valor, servindo como base para a aplicação dos demais princípios (WOMACK e JONES, 1998).

2.2.1.2 Fluxo de Valor

Womack e Jones (1998) afirmam que fluxo de valor ou cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, a tarefa de gerenciamento da informação e a tarefa da transformação física. Durante essa identificação do fluxo de valor, existem pontos que podem ser observados ao longo de todo o processo:

- a) Etapas que agregam valor ao produto que está sendo projetado e produzido;
- b) Etapas que não agregam valor ao produto (ex: inspeções);
- c) Etapas que devem ser eliminadas com urgência (ex.: desperdícios).

2.2.1.3 Fluxo Contínuo

Depois de identificado com exatidão o fluxo de valor dos produtos da empresa, ou seja, realizar todas as atividades que agregam valor sem interrupções, eliminando os desperdícios e reduzindo o *lead time* (tempo decorrente do início ao fim de uma atividade), a próxima etapa é fazer com que fluam de modo contínuo. Sua implantação resulta, por exemplo, na utilização de produção celular cuja produtividade é alta devido ao uso de conceitos de fluxo de uma peça, operadores multifuncionais, por fim, ritmo padronizado e controlado (WOMACK e JONES, 1998).

2.2.1.4 Produção Puxada

De acordo com Womack e Jones (1998), após a introdução do fluxo contínuo, nota-se que o tempo de concepção do produto ao lançamento cai drasticamente. Além disso, os sistemas enxutos podem fabricar qualquer produto em produção atualmente, em qualquer combinação, de modo a acomodar, imediatamente, as mudanças da demanda. Outro conceito do pensamento enxuto é permitir que o cliente puxe o produto da empresa, ou seja, ao invés de empurrar os produtos (gerando estoques indesejados), o cliente tem a opção de fazer se pedido.

2.2.1.5 Perfeição

A empresa que conseguir aplicar os quatro conceitos citados anteriormente, identificará que os processos envolvidos em sua produção terão uma redução de tempo, esforço, custo e erros. O processo deverá ser contínuo para aproximar o produto acabado do desejado pelo seu cliente final. A intenção do pensamento enxuto é que haja uma interação entre os princípios, de forma a reduzir, drasticamente, os desperdícios dentro do processo produtivo (WOMACK e JONES, 1998).

2.3 *Lean Production* (Produção Enxuta)

Serão descritos nos dois tópicos seguintes o histórico da produção enxuta, assim como seu conceito em uma organização.

2.3.1 Histórico da *Lean Production*

De acordo com Womack et al. (1992), para se compreender a produção enxuta e suas origens, é necessário voltar um pouco no tempo, precisamente ao final do século XIX, início da indústria automobilística. Nesta época, o modelo de produção era artesanal e se consistia em produzir de acordo com as características exigidas por cada cliente. Desse modo, jamais era possível produzir dois carros idênticos, além disso, seu custo de produção era elevado sendo exclusivo para a alta sociedade.

Após a Primeira Guerra Mundial, a indústria automobilística evoluiu para a produção em massa desenvolvida por Henry Ford. Este modelo de produção consistia na plena e consistente intercambialidade das peças e na facilidade de ajustá-las entre si. Com essas inovações na fabricação, foi possível projetar um carro para manufatura e tornar possível a linha de montagem. Seus carros eram padronizados e, razoavelmente, baratos (WOMACK et al, 1992).

Segundo Womack et al. (1992), a produção em massa de Henry Ford orientou a indústria automobilística por mais de meio século, sendo adotada em quase todas as empresas da Europa e América do Norte. Porém, com as sucessões crises econômicas e a atuação dos

sindicatos de melhoria nas condições de trabalho dos colaboradores, seu declínio foi se intensificando. Enquanto isso, no Japão, uma maneira inteiramente nova de se produzir estava surgindo, o Sistema Toyota de Produção (produção enxuta).

2.3.2 Conceito da *Lean Production* na Organização

A produção enxuta combina as vantagens da produção artesanal e da produção em massa, evitando um alto custo da primeira e a rigidez e desvalorização dos funcionários da segunda. Com este propósito, a produção enxuta emprega equipes de trabalhadores multifuncionais e qualificados em todos os níveis da organização, eles são responsáveis pelas tarefas de montagem, limpeza, reparos, controle de qualidade e ainda têm o direito de trazer sugestões para o processo de melhoria contínua (WOMACK et al, 1992).

Para Martins e Laugeni (2005), empresas que trabalham dentro de um sistema de produção enxuta devem ter uma noção muito clara do ideal de produto ou pessoas. Tal senso comum entre seus funcionários os motiva para realizar melhorias continuamente, muito mais do que para somente cumprir as especificações do cliente. Os autores traduzem os ideais sugeridos anteriormente nos seguintes argumentos:

- É livre de defeitos, ou seja, tem as características que o cliente deseja;
- Pode ser fornecido em lotes unitários;
- Pode ser entregue imediatamente;
- Pode ser produzido sem desperdício de materiais, trabalho, energia, etc.;
- Pode ser produzido num ambiente de trabalho agradável para qualquer funcionário.

O termo *Lean* está ligado a uma filosofia de gestão que, atualmente, difundiu-se pelo mundo corporativo e está cada vez mais se tornando peça fundamental para a estabilidade das empresas em termos de competitividade, qualidade, custo, redução de *lead time*, agilidade e flexibilidade. Em suma, *Lean* sempre poderá ser resumido em três palavras: Eliminação de Desperdício (HEINECK et al, 2009).

Segundo Koskela (1992), o sistema de produção enxuta deu origem à filosofia da *Lean Construction* (construção enxuta) que veio a modificar o conceito tradicional de processo de produção na construção civil, com a intenção de aumentar a eficiência global dos empreendimentos do setor.

2.4 *Lean Construction* (Construção Enxuta)

A construção enxuta foi desenvolvida como uma adaptação da produção enxuta para a construção civil, criada por Koskela no ano de 1992. Trata-se de uma filosofia de produção que buscou exemplos nas atividades práticas da indústria e foi transmitida para os canteiros de obras. Porém a aplicação desta filosofia no setor construtivo deve ser objeto de experiências e pesquisas visando adequá-las as particularidades existentes que, em geral, são fatores dificultadores à implantação de novas ferramentas técnicas e gerenciais (JUNQUEIRA, 2006).

De acordo com Junqueira (2006), a construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como uma área promissora aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da *lean construction*.

A filosofia (modelo) tradicional de produção na construção civil define a produção como um conjunto de atividades de conversão que transformam os insumos (materiais, mão-de-obra) em produtos intermediários, ou final, conforme ilustra a Figura 3. Desse modo, o mesmo também é denominado de Modelo de Conversão (FORMOSO, 2000).

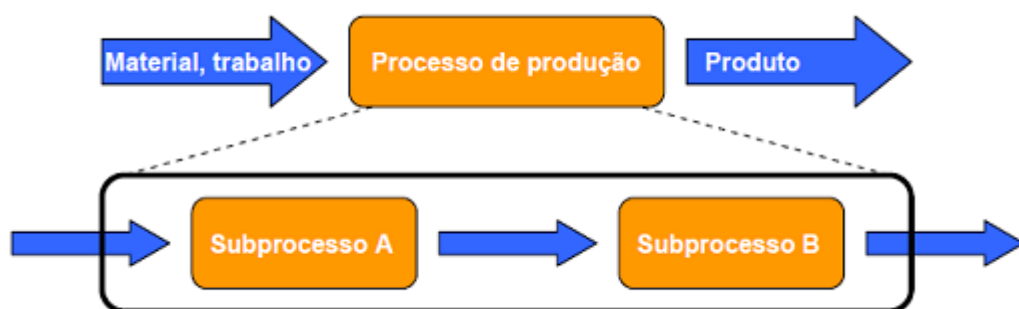


Figura 3: Modelo de processo na filosofia tradicional.

Fonte: Koskela (1992 apud WIGINESCKI, 2009).

Segundo Koskela (1992), a nova filosofia de produção na construção civil (*lean construction*) surge em contraponto à filosofia tradicional e tem como objetivo principal aumentar a eficiência global dos empreendimentos do setor. Seu marco inicial foi a publicação de um relatório técnico, por Lauri Koskela em 1992, cujo título é *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Nesse relatório, Koskela lança as bases dessa nova filosofia adaptada à construção civil. Apesar da complexidade do tema, as inovações dessa filosofia podem ser resumidas em três pontos principais, a seguir, ilustrados na Figura 4:

- Abandono do conceito de processo, como transformação de *inputs* em *outputs*, passando a designar um fluxo de materiais e informações;
- Análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representado o fluxo de materiais e outro o fluxo de operários;
- Consideração do valor agregado sob o ponto de vista dos clientes internos e externos, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas que, passa a incluir, também, as atividades que não agregam valor ao produto (transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho).



Figura 4: Modelo de processo na filosofia *Lean Construction*.

Fonte: Koskela (1992 apud WIGINESCKI, 2009).

O modelo de processo da construção enxuta assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria-prima até o produto final, sendo este constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. Transporte (movimentos), espera e inspeção são consideradas atividades que não agregam valor ao produto final, logo, são denominadas atividades de fluxo. Por outro lado, as atividades de processamento, atividades que agregam

valor, deverão transformar as matérias-primas, ou componentes, nos produtos requeridos pelos clientes internos e externos (FORMOSO, 2000).

Para Koskela (1992), a construção enxuta possui, pelo menos, dois focos que a distinguem da filosofia de produção convencional. Um foco é sobre perdas e sua redução, o tempo e dinheiro perdidos quando materiais e informações são ineficientes. O outro foco é no gerenciamento dos fluxos e, para isso, coloca-se em evidência o gerenciamento de processos com o processo de produção. O autor, apresenta uma comparação entre a produção convencional e a produção enxuta, conforme ilustra o Quadro 1.

	Filosofia de Produção Convencional	Filosofia de Produção Enxuta
Conceito de Produção	Produção consiste em conversão; Todas as atividades agregam valor.	Produção consiste em conversão e fluxos; Existem atividades que agregam e que não agregam valor.
Foco no Cliente	Custo das atividades.	Custo, tempo e valor dos fluxos.
Foco nas Melhorias	Incremento de eficiência pela implantação de novas tecnologias	Eliminação ou redução de atividades que não agregam valor; Incremento de eficiência em atividades que agregam valor, através de melhoria contínua e novas tecnologias.

Quadro 1: Produção Convencional versus Produção Enxuta.

Fonte: Koskela, 1992.

Seguindo uma tendência da manufatura, a nova tarefa é reconceituar construção como fluxo. O ponto de partida é a manufatura no modo de pensar, logo, sugere-se que os fluxos de informações, de materiais e de trabalhos sejam identificados e medidos em termos de suas perdas internas, duração e valor de saída (KOSKELA, 1992).

2.4.1 Aplicação da Filosofia *Lean Construction*

Santos (1999) apud Bernardes (2003) relata que a aplicação de algumas ferramentas *Lean* se apresentam de maneira isolada e fragmentada em canteiros de obra, mas, argumenta que estas iniciativas são passos importantes na dispersão do uso de técnicas da *Lean Construction*.

Porém, a prática destes conceitos, de maneira integrada, aumenta o escopo de ação trazendo resultados mais relevantes.

Para Picchi (2004), as aplicações observadas até o momento do *Lean Thinking* (pensamento enxuto), no fluxo de obra, também focam principalmente na aplicação isolada de ferramentas. Essas aplicações demonstram que apesar das características do setor da construção, as ferramentas *Lean* podem ser aplicadas em canteiros de obras.

O grande desafio para empresas e profissionais que buscam a aplicação prática do pensamento enxuto na construção civil é a busca de metodologias que revelam formas de implementação dos princípios para o ambiente da construção, por exemplo, a aplicação de uma ferramenta específica (JUNQUEIRA, 2006).

Picchi (2004) apresenta sugestões para aplicação dos conceitos da *Lean Thinking* ao fluxo de obra, de maneira mais ampla e integrada. Essas sugestões estão apresentadas no Quadro 2 e tomam como base as recomendações e experiências de implementação registradas na literatura, ou então, acompanhadas pelo autor.

A construção civil precisa avaliar, principalmente, os desejos dos clientes. Desse modo, a produção deve impedir a variabilidade e a infidelidade em seus processos, tendo como objetivo a não ocorrência de perdas. Os processos devem ser simples, logo, deve-se diminuir a quantidade de componentes dos produtos e reduzir os passos dos fluxos de materiais e informações (KOSKELA, 1992).

Princípios	Exemplos já Aplicados	Sugestões de Ferramentas
<u>VALOR</u>	Iniciativas de racionalização construtiva, em geral, visando redução de custos sem partir de uma identificação sistemática do que é valor para o cliente.	Identificação do que é valor para o cliente; Revisão sistemática dos processos construtivos, visando aumentar o valor oferecido para o cliente, reduzindo perdas e melhorando ou oferecendo novas características desejadas.
<u>FLUXO DE VALOR</u>	Aplicação de mapeamento de processos.	Mapeamento do fluxo de valor, levando em conta informações e materiais; Desenho de um estudo futuro do fluxo de valor, identificando melhorias e ferramentas necessárias.
<u>FLUXO CONTÍNUO</u>	Aplicação de ferramentas específicas (controles visuais, <i>poka-yoke</i>), em aspectos de segurança; Uso do <i>Last Planner</i> para melhorar a estabilização dos fluxos de trabalho; Uso do <i>Work-Structuring</i> para identificação e diminuição dos desperdícios nos processos.	Criação de fluxo entre as atividades, revendo a estrutura e a divisão de trabalhos entre equipes e entre operadores de forma a minimizar interrupção e espera entre as atividades; Adoção de trabalho padronizado, definindo sequência, ritmo e estoque.
<u>PRODUÇÃO PUXADA</u>	Aplicação do <i>Just-in-time</i> entre serviços ou fornecimento de materiais específicos.	Utilização extensiva de formas de comunicação direta para puxar, no momento que sejam necessários, serviços, componentes e manuais.
<u>PERFEIÇÃO</u>	Uso de sistemas de qualidade com foco prioritário em padronização de aspectos do processo que afetam o produto.	Adoção de processos que possibilitem a rápida exposição dos problemas; Estabelecimento de procedimentos sistêmicos de melhoria e aprendizados contínuos na base da hierarquia funcional, acionados sempre que ocorrer qualquer variação no trabalho padronizado.

Quadro 2: Sugestões de ferramentas para a aplicação dos princípios.

Fonte: Picchi, 2004.

2.4.2 Os 11 Princípios da Filosofia *Lean Construction*

Koskela (1992) apresenta um conjunto de onze princípios para a gestão de processos no sistema de produção da construção civil, são eles:

- 1) Reduzir atividades que não agregam valor;
- 2) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- 3) Reduzir a variabilidade;
- 4) Reduzir o tempo do ciclo de produção;
- 5) Simplificar através da redução do número de passos ou partes;
- 6) Aumentar a flexibilidade de saída do produto;
- 7) Aumentar a transparência do processo;
- 8) Focar no controle de todo o processo;
- 9) Introduzir melhoria contínua no processo;
- 10) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- 11) Realizar *benchmarking* (referências de ponta).

A definição, maneiras de como se aplicar e, por fim, o modo em que a empresa construtora em estudo aplica estes onze princípios da filosofia *Lean Construction* na atividade de fechamento em alvenaria, estarão descritos no próximo capítulo deste trabalho.

3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, será abordado a caracterização da empresa, dados da obra em estudo, por fim, a definição, maneiras de se aplicar e o modo como a construtora em estudo aplica os onze princípios da filosofia *Lean Construction* na atividade de fechamento em alvenaria.

3.1 Caracterização da Empresa

Com mais de 40 anos de atuação nos segmentos de incorporação residencial, construção civil, projetos e montagens industriais (Emisa), o Grupo Plaenge é atualmente a maior construtora imobiliária de capital fechado e um dos mais tradicionais grupos de engenharia do país. No segmento imobiliário, o Grupo ocupa posição de destaque nas sete cidades brasileiras em que atua (Curitiba-PR, Londrina-PR, Maringá-PR, Campo Grande-MS, Dourados-MS, Cuiabá-MT e Joinville-SC), e também, no Chile. O Grupo Plaenge opera com as marcas Plaenge (público “premium”) e Vanguard Home (público jovem), e ainda, possui uma divisão de locação de equipamentos para a construção civil (Plenart).

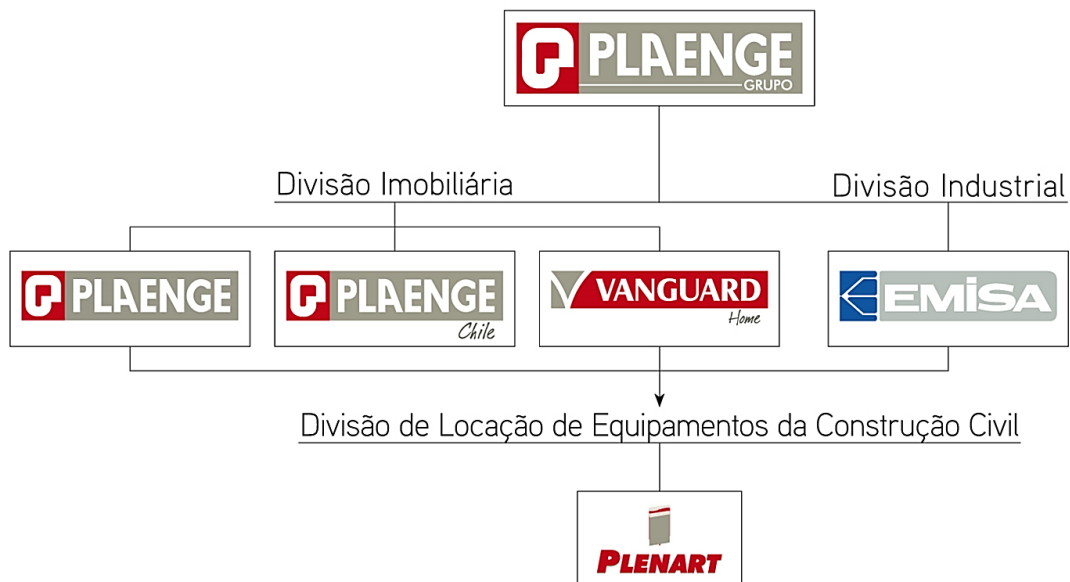


Figura 5: Caracterização do Grupo Plaenge.

Fonte: Plaenge Empreendimentos LTDA, 2014.

Em Maringá, a Plaenge está instalada desde 2007. O seu primeiro empreendimento na cidade foi o edifício *Plaza Mayor*. A sede da empresa está localizada na Av. Adv. Horácio Raccanello Filho, 4770, Zona 7, onde estão disponíveis os apartamentos decorados da empresa. Possui cerca de 100 funcionários registrados para execução de obras, além de estagiários e demais funcionários envolvidos em funções administrativas como financeiro, jurídico e comercial.

3.2 Dados da Obra

O edifício La Vista está localizado na Rua Marcílio Dias, 1068, Zona 3, Maringá-PR. É um empreendimento completo em uma das regiões mais valorizadas da cidade com acesso fácil às principais avenidas e atendido por uma excelente rede de serviços. A obra possui: um subsolo, térreo, dois pavimentos intermediários e onze pavimentos tipo, totalizando catorze lajes e quarenta e seis apartamentos. Oferecendo uma área privativa de 111 m², duas vagas de garagem e áreas de lazer, como: academia, brinquedoteca, espaço gourmet, minicidade, mini quadra, piscina e playground.



Figura 6: Edifício La Vista.

Fonte: Plaenge Empreendimentos LTDA, 2014.

3.3 Aplicação dos 11 Princípios *Lean Construction*

Nesta seção será apresentada a definição, maneiras de se aplicar e o modo como a construtora Plaenge aplica cada um dos onze princípios da filosofia *Lean Construction* na obra do edifício La Vista nas atividades de fechamento em alvenaria.

3.3.1 Reduzir atividades que não agregam valor

De acordo com Koskela (1992), as atividades podem ser definidas como: atividades que agregam valor (processamentos), atendendo o que é requerido pelo cliente; e atividades que não agregam valor (transporte, espera e inspeção), consumindo tempo, recursos e espaço físico, e ainda, não contribuem para atender aos requisitos dos clientes.

Este é um dos princípios fundamentais da construção enxuta, segundo o qual a eficiência dos processos pode ser aprimorada e as suas perdas reduzidas, não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas atividades de fluxo (ISATTO et al., 2000).

Para Formoso (2000), a maioria dos princípios seguintes está, de alguma forma, relacionado à meta de reduzir a parcela de atividades que não agregam valor. Em geral, o primeiro passo para atingir este objetivo é explicitar as atividades de fluxo, através da representação do fluxo do processo. Uma vez explicitadas, estas atividades podem ser controladas e, se possível, eliminadas.

Após análise do fluxo do processo de fechamentos da obra, notou-se que os colaboradores estavam desperdiçando muito tempo no processo de verificar, a cada fiada de lajota assentada, o alinhamento vertical da parede (prumo). Com o objetivo de eliminar esta atividade que não agrega valor ao produto final, a empresa construtora em estudo optou por fazer o uso de escantilhões, equipamento que auxilia a elevação de alvenaria garantindo tanto o prumo quanto o nível das paredes, ilustrado na Figura 7.



Figura 7: Uso de escantilhões para auxiliar a elevação da alvenaria.

Fonte: Autor, 2014.

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

Segundo Koskela (1992), o valor não é a qualidade inerente ao processo de conversão, mas, é gerado como consequência do atendimento aos requisitos dos clientes. Este princípio pode ser atendido, ao longo do processo de projeto, com a disponibilização de dados relativos aos requisitos e preferências dos clientes finais, através de pesquisas de mercado e avaliações pós-ocupação de edificações (ISATTO et al., 2000).

Para a aplicação desde princípio, a Plaenge disponibilizou a seus clientes três opções de apartamentos do edifício La Vista, além disso, o fato de poder optar por cozinha fechada ou aberta para cada uma das opções, gerou aos clientes um total de seis tipos diferentes de apartamentos. A seguir, na Figura 8, Figura 9 e Figura 10, estarão ilustradas as Opções 1, 2 e 3, respectivamente, que a construtora oferece a seus clientes.



Figura 8: Planta do apartamento Opção 01.

Fonte: Plaenge Empreendimentos LTDA, 2014.



Figura 9: Planta do apartamento Opção 02.

Fonte: Plaenge Empreendimentos LTDA, 2014.



Figura 10: Planta do apartamento Opção 03.

Fonte: Plaenge Empreendimentos LTDA, 2014.

Nota-se que na planta Opção 01 (Figura 8), o apartamento possui uma suíte, dois dormitórios, sala de estar/jantar, cozinha fechada e home office. Na planta Opção 02 (Figura 9), o apartamento possui uma suíte, dois dormitórios, cozinha aberta e sala de estar/jantar ampliada, eliminando-se o home office. Já na planta Opção 03 (Figura 10), o apartamento possui duas suítes, cozinha fechada e sala de estar/jantar ampliada, eliminando-se o home office e um dos dormitórios.

3.3.3 Reduzir a variabilidade

De acordo com Isatto et al. (2000), existem diversos tipos de variabilidade, relacionados com o processo de produção. Os mesmos autores sugerem a aplicação deste princípio através de procedimentos padronizados de execução de processos, afim de se reduzir o surgimento de problemas e eliminando incidências de retrabalho.

O processo de planejamento e controle da produção facilita a implantação desse princípio, na medida em que se busca a proteção da produção, através da consideração sistemática de

tarefas passíveis de serem executadas e da identificação das reais causas dos problemas. Desse modo, permitirá uma tomada de decisão mais condizente com a realidade da obra (BERNARDES, 2003).

A Plaenge Empreendimentos LTDA executa em seus projetos a padronização dos apartamentos, assim como, eixos de simetria em seus pavimentos tipo. Na Figura 11, está demonstrada a padronização no processo de fechamentos em alvenaria do edifício La Vista.

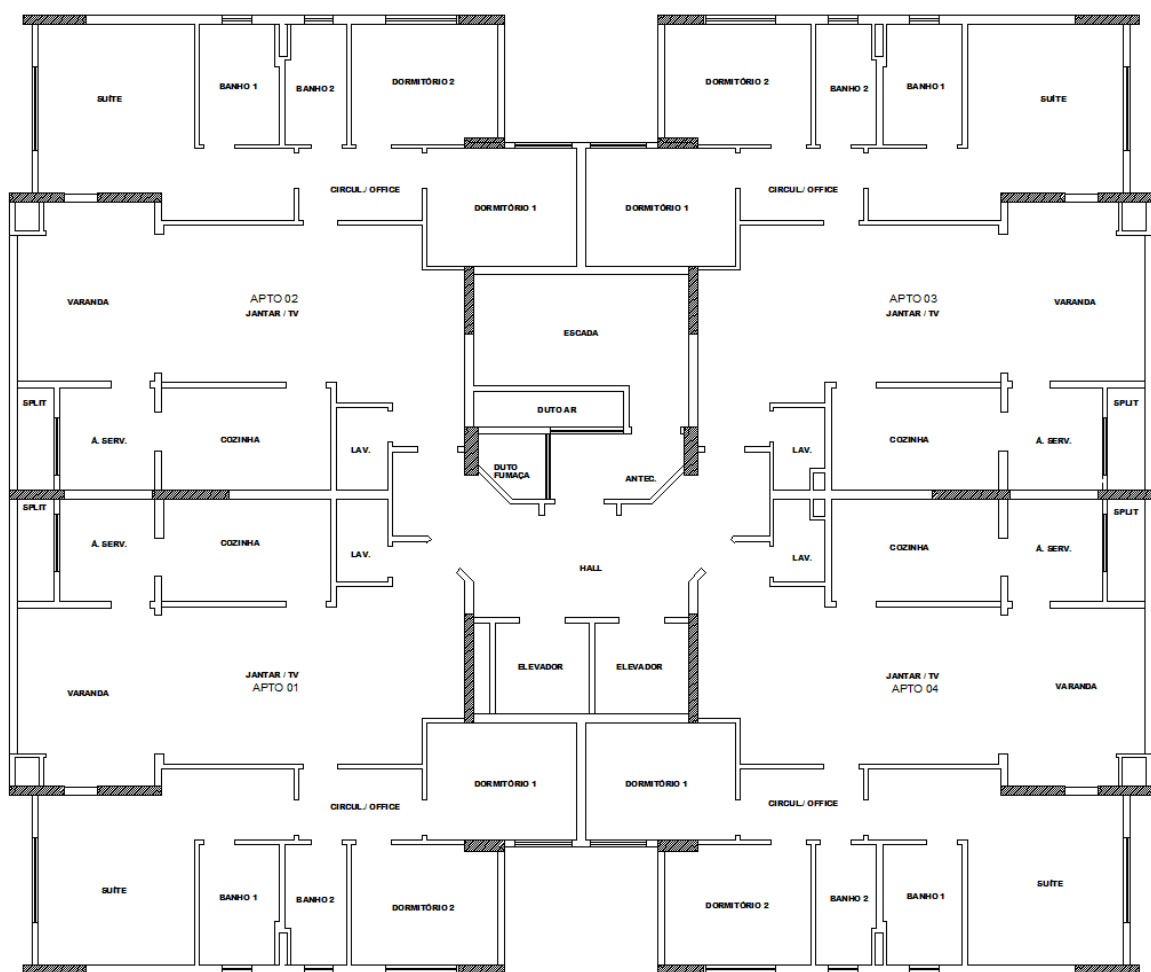


Figura 11: Planta do pavimento tipo do edifício La Vista.

Fonte: Autor, 2014.

Observa-se que os apartamentos, como mostrado anteriormente, são da Opção 01 com cozinha fechada. Todos os ambientes têm a mesma área útil, logo, as paredes também são de mesmo tamanho e seguem o mesmo posicionamento para os quatro apartamentos de cada

pavimento. Isso é possível devido a presença de eixos de simetria existentes tanto na horizontal, quanto na vertical.

3.3.4 Reduzir o tempo do ciclo de produção

Segundo Formoso (2000), o tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, etc.) para produzir um determinado produto. A aplicação deste princípio está fortemente relacionada à necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo.

Um planejamento de médio prazo, aliado ao ritmo das equipes de produção, é um instrumento potencial para que o fluxo seja analisado na busca da sincronização. No nível de curto prazo, as ações destinadas à proteção para a produção, possibilitam a continuidade das operações no canteiro, diminuindo a variabilidade e seu consequente tempo de ciclo (BERNARDES, 2003).

Constatou-se que a Plaenge, na aplicação deste princípio, optou por realizar (com mão de obra própria) o serviço de marcação de alvenaria de cada um dos pavimentos, antes que empreiteiros (serviço terceirizado) dessem início à atividade de elevação das paredes, como mostra a Figura 12.



Figura 12: Atividade de marcação de alvenaria.

Fonte: Autor, 2014.

Desse modo, a interpretação e execução dos projetos de marcação de alvenaria se torna uma atividade separada e que compete às equipes treinadas pela construtora. Após a marcação de alvenaria ser concluída no pavimento, cabem aos empreiteiros destinar seu tempo de trabalho apenas na atividade de elevação das paredes.

3.3.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes

Para Bernardes (2003), a simplificação pode ser entendida como a redução do número de componentes de um produto ou a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações. Através da simplificação, podem-se eliminar atividades que não agregam valor ao processo de produção, pois, quanto maior o número de componentes ou de passos em um processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor (ISATTO et al., 2000).

A construtora em estudo, a fim de se atingir a simplificação na atividade de fechamento em alvenaria, utiliza-se de vergas (estrutura de concreto armado colocado sobre vãos) pré-moldadas, conforme ilustra a Figura 13. A produção e armazenagem das vergas são localizados no subsolo da obra, próximo as betoneiras e, conforme for necessário, essas são transportadas até o local do processo de execução de alvenaria.



Figura 13: Simplificação através do uso de vergas pré-moldadas.

Fonte: Autor, 2014.

3.3.6 Aumentar a flexibilidade de saída do produto

Segundo Isatto et al. (2000), o aumento da flexibilidade de saída do produto está vinculado ao segundo princípio da *Lean Construction*, aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes. Também, refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar, substancialmente, os custos dos mesmos.

Foi citado anteriormente que na aplicação do segundo princípio da *Lean Construction*, a construtora Plaenge oferece aos seus clientes seis tipos diferentes de apartamentos do edifício La Vista. No entanto, para alcançar essa flexibilidade de saída, o que diferencia uma opção de apartamento para a outra é apenas a não execução de algumas paredes.

Com esta estratégia, a construtora aumenta o valor e flexibilidade de saída de seus produtos, sem aumentar seus custos. Na Figura 14, está ilustrado a planta do apartamento de Opção 01 com cozinha fechada e quais paredes não são executadas de acordo com os outros tipos de apartamentos.

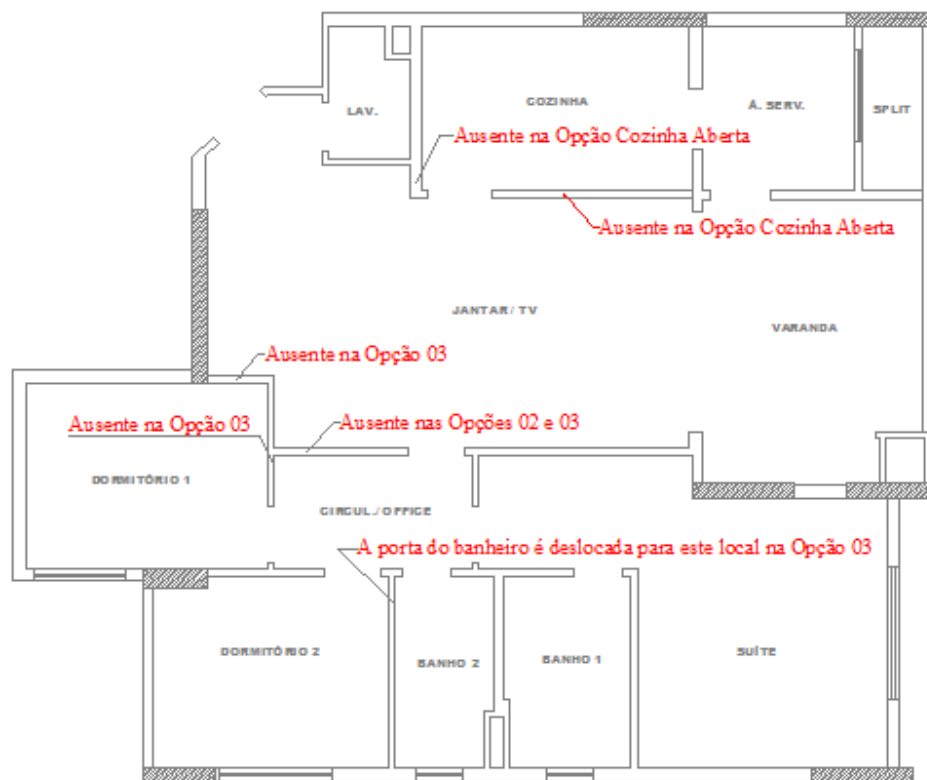


Figura 14: Aumento da flexibilidade de saída.

Fonte: Autor, 2014.

3.3.7 Aumentar a transparência do processo

De acordo com Koskela (1992), pode-se diminuir a possibilidade de ocorrências de erros na produção através da transparência aos processos produtivos. Isso ocorre porque à medida que o princípio é utilizado, podem-se identificar problemas mais facilmente no ambiente produtivo, durante a execução dos serviços.

A identificação desses problemas é facilitada, normalmente, pela disposição de meios físicos, dispositivos e indicadores que podem contribuir para uma melhor disponibilização da informação nos postos de trabalho. Pouca transparência no processo incrementa propensão ao erro e diminui a motivação para melhorias (KOSKELA, 1992).

No edifício La Vista, em cada um dos apartamentos, permanece um projeto com informações (definidas pelo cliente) referentes à alvenaria, elétrica e hidráulica, conforme mostra a Figura 15. Com este sistema, os colaboradores, dificilmente, irão precisar da ajuda de encarregados ou mestre de obra para solucionar dúvidas frequentes referentes ao processo e evitar a propensão ao erro.

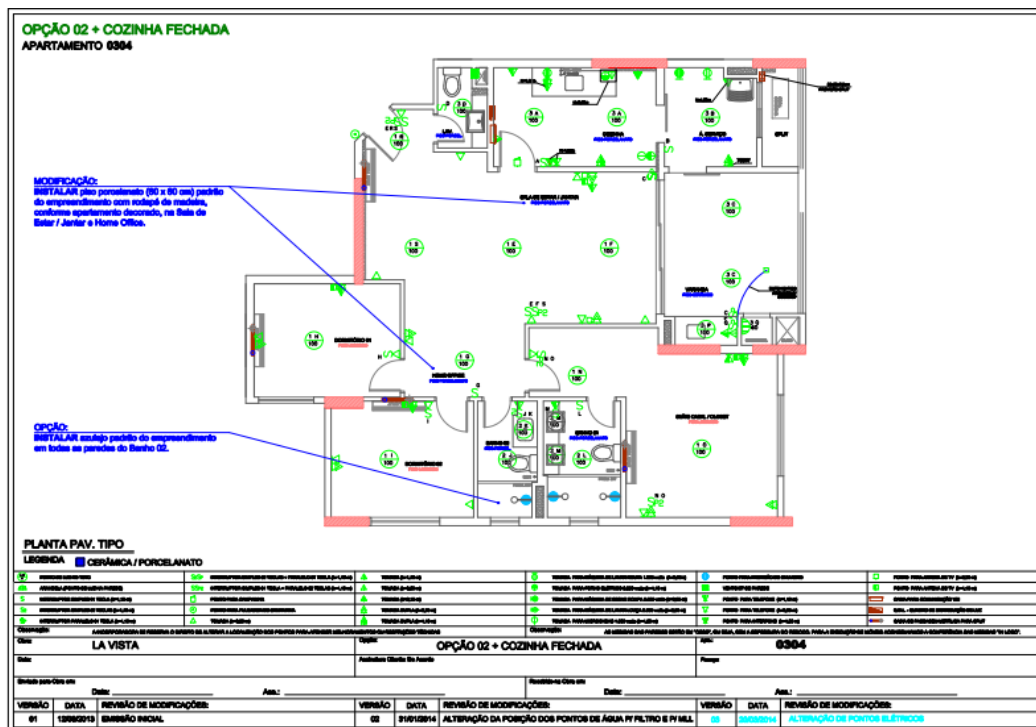


Figura 15: Transparência do processo.

Fonte: Autor, 2014.

3.3.8 Focar no controle de todo o processo

Para Bernardes (2003), o controle do processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra. Um grande risco dos esforços de melhorar um subprocesso é sub-otimizar essa atividade específica, dentro de um processo, com um impacto reduzido (ao até negativo) de desempenho no processo global (ISATTO et al., 2000).

Ainda para os mesmos autores, a aplicação deste princípio se baseia intimamente na mudança de postura por parte dos envolvidos na produção, 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.

Na empresa em estudo, a aplicação deste princípio envolve desde os fornecedores até aos colaboradores que estão envolvidos nas atividades de fechamentos em alvenaria. A construtora possui parcerias com revendedores das lajotas, desse modo, sempre que programado, são descarregados paletes de lajotas (que facilita o transporte no canteiro de obras). Encarregados e mestre de obra fazem cursos, periodicamente, a fim de se dominar o assunto e contribuir para a melhoria do processo.

Colaboradores, após a contratação, são treinados pela empresa. Este treinamento aborda a filosofia da construtora, os métodos de execução das atividades (como se deve produzir), boas práticas no canteiro de obras e segurança do trabalho. A Figura 16 ilustra o treinamento proporcionado pela Plaenge.



Figura 16: Treinamento de colaboradores.

Fonte: Autor, 2014.

3.3.9 Introduzir melhoria contínua no processo

Segundo Koskela (2002), os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa. O princípio de melhoria contínua pode ser alcançado na medida em que os demais vão sendo cumpridos.

De acordo com Isatto et al. (2000), o trabalho em equipe e a gestão participativa constituem os requisitos essenciais para a introdução de melhoria contínua no processo. Esse princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção na medida em que são analisadas as decisões tomadas, para a correção de desvios oriundos da coleta de dados do plano de curto prazo (BERNARDES, 2003).

No edifício La Vista, durante todo o processo da atividade de alvenaria, foi medida a produtividade dos trabalhadores. Logo no início, verificou-se que os números estavam baixos. Partindo deste ponto, foi realizado uma reunião com engenheiros e colaboradores para descobrir as causas e buscar uma melhoria. Chegou-se à conclusão que o motivo principal da baixa produtividade era a distância entre os paletes de lajotas até o local onde seria executada a parede.

Desse modo, foi calculado e distribuídos a quantidade de paletes de lajotas que seriam usados em cada pavimento, antes mesmo da atividade de marcação de alvenaria, pois, o transporte com a paleteira seria mais simplificado e eficiente. Contudo, o local de cada paleta deveria ser exata para que não viesse a atrapalhar os próximos processos. A Figura 17 demonstra essa distribuição, onde cada um dos retângulos representam os paletes e os números no centro representam a espessura das lajotas (em centímetros).

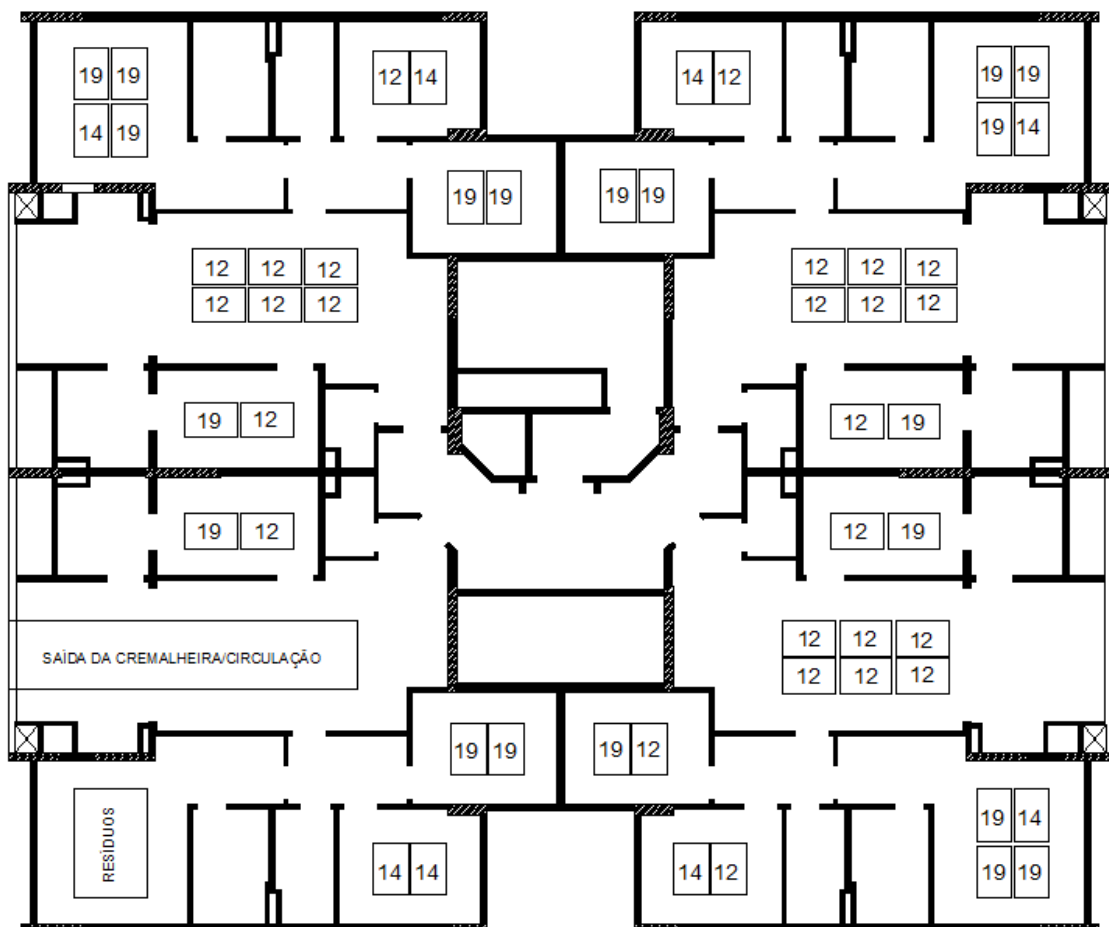


Figura 17: Distribuição de paletes pelo pavimento.

Fonte: Autor, 2014.

Após a mudança, notou-se um aumento na produtividade dos trabalhadores e uma redução significativa de perdas por transporte e movimentos. Assim, pode-se concluir que as ideias de Isatto et al. (2000), realmente constituem os requisitos essenciais para a introdução de melhoria contínua no processo.

3.3.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Para Koskela (1992), no processo de produção existem diferenças de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, em comparação com as melhorias na conversão, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto maiores os desperdícios inerentes ao processo de produção, mais proveitosos os benefícios nas melhorias do fluxo. Porém, visto que melhores fluxos necessitam uma menor capacidade de conversão e requerem a um menor investimento em equipamentos, as melhorias das conversões e dos fluxos estão intimamente ligadas.

De acordo com Isatto et al. (2000), é imprescindível que exista um equilíbrio entre ambas. Para a aplicação deste princípio se torna necessário uma consciência por parte da gerência de produção para atuar em ambas as frentes. Primeiramente, eliminar perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo e, apenas posteriormente, avaliar a possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica.

Na prática, a melhoria do desempenho na execução de paredes em alvenaria requer um esforço na eliminação de perdas nas atividades de transportes, 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, por exemplo, através da utilização de divisórias em gesso acartonado. Uma vez introduzida esta inovação, passa a ser necessário, outra vez, buscar a melhoria contínua, visando melhorar o desempenho das atividades de fluxo (ISATTO et al., 2000).

A construtora Plaenge, buscando a satisfação de seus clientes, tem como padrão para seus empreendimentos vedações verticais apenas em blocos cerâmicos (lajotas). Pois, de acordo com pesquisas internas, vedações em gesso acartonado ainda tem pouca aceitação e um certo “preconceito” do público-alvo atual em que a construtora atua no mercado imobiliário. Assim, infelizmente, este princípio não pode ser contextualizado neste trabalho.

3.3.11 Realizar *benchmarking* (referências de ponta)

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

Para Isatto et al. (2000), este princípio se opõe ao princípio relacionado à introdução da melhoria contínua, ou seja, buscar melhorias a partir do esforço interno da empresa. Assim, a competitividade da empresa deve ser o resultado da combinação dos seus pontos fortes (internos), desenvolvidas a partir de um esforço de melhoria contínua, com boas práticas observadas (externas) em outras empresas e setores.

A Construtora Plaenge, por estar operando no segmento imobiliário a mais de quarenta anos e ocupar posição de destaque no setor da construção civil, possui um *benchmarking* interno dentre suas regionais (cidades onde a construtora atua). A regional Maringá, em específico, faz seu *benchmarking*, principalmente, com a regional de Londrina por se tratar de uma regional com maior número de colaboradores, por estar a mais tempo executando empreendimentos na cidade, e também, por serem próximas uma da outra.

4 CONCLUSÃO

Este capítulo abordará as considerações finais sobre o tema, as contribuições que a aplicação dos princípios *Lean Construction* proporcionou ao empreendimento e à empresa, por fim, sugestão para trabalhos futuros.

4.1 Considerações Finais

Sabendo-se que o nível de competitividade entre empresas construtoras está cada vez maior e os clientes cada vez mais exigentes, cabe a cada construtora utilizar um modelo de gestão que a auxilie nessa disputa pelo mercado. Os princípios e métodos da *Lean Construction* são, totalmente, viáveis a qualquer tipo de empreendimento na construção civil e sua aplicação é uma potente arma para vencer essa concorrência do mercado atual.

A construção enxuta sugere ideias e soluções alternativas para a melhoria dos processos construtivos através da racionalização das atividades e otimização dos fluxos em um canteiro de obras. Desse modo, essa filosofia pode ser destacada como uma das melhores soluções para o gerenciamento de uma obra. Porém, para que os resultados sejam alcançados com sucesso, se torna necessário uma mudança não só administrativa, mas também, cultural.

4.2 Contribuições

Apesar da não aplicação do décimo princípio da *Lean Construction* (manter um equilíbrio nos fluxos e nas conversões) em razão de atender as necessidades de seu público alvo, a construtora Plaenge fez um ótimo emprego dos demais princípios nas atividades de fechamento em alvenaria no edifício La Vista, proporcionando melhorias ao processo, transparência, redução de desperdícios e aumentando o valor do produto final a seus clientes.

No entanto, a construtora não restringe o uso destes princípios apenas às atividades de fechamento, e sim, às todas atividades que envolvem uma edificação, como: estrutura, reboco, revestimentos cerâmicos, etc. Esse modelo de gestão adotado pela empresa e aplicado em todas as suas obras, contribuiu para que ela se tornasse uma referência em seu setor, fazendo

dela uma das melhores construtoras do país e intitulada como a maior construtora do sul do Brasil.

4.3 Trabalhos Futuros

O sucesso alcançado na aplicação dos princípios da construção enxuta pela construtora Plaenge exigiu muito estudo, treinamento e mudanças de hábitos por parte de todos envolvidos no projeto. Logo, pode-se concluir que ainda é um grande desafio a aplicação dessa filosofia em canteiros de obra. Desse modo, sugiro para trabalhos futuros o diagnóstico da aceitabilidade de implantação desta filosofia nas demais construtoras da cidade de Maringá-PR.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras: proposta baseada em estudos de casos.** 2000. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2000.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção.** In: Produção e Competitividade: aplicações e inovações. Recife: Editora Universitária. 2000.

HEINECK, L. F. M. et al. **Introdução aos conceitos Lean. Visão geral do assunto.** Fortaleza: Expresso Gráfica, 2009. 104 p.

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

JUNQUEIRA, L. E. L. et al. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0®.** 2006. 146 f. Dissertação (Especialização em Engenharia de Produção para Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical Report, 72 p. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University, 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.

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

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

MONDEN, Y. **Produção sem estoques: uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota**. Tradução de Antônia V. P. Costa; Antônio Freitas, et al. 1ª ed. São Paulo: IMAM, 1984. 140 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.

PLAENGE EMPREENDIMENTOS LTDA. A Plaenge. Disponível em: <<http://www.plaenge.com.br/Grupo-Plaenge>>. Acesso em: 10/08/2014.

PLAENGE EMPREENDIMENTOS LTDA. Edifício La Vista. Disponível em: <<http://www.plaenge.com.br/Maringa/La-Vista.htm>>. Acesso em 10/08/2014.

PICCHI, F. A. **Oportunidades da aplicação do *Lean Thinking* na construção**. In: AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 2003, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, p. 7-23, jan./mar. 2003.

PICCHI, F. A.; GRANJA A. D. **Aplicação do *lean thinking* ao fluxo de obra**. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo, 18-21 jul. 2004.

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

SANTOS, A. **Application of Production Management Flow Principles in Construction Sites**. Salford: University of Salford, 1999. Tese de Doutorado.

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.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine os desperdícios e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 428 p.

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