

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CETREDE – CENTRO DE TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MARIA KALINE CAVALCANTE MOTA

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FORTALEZA
MAIO 2008**

MARIA KALINE CAVALCANTE MOTA

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal do
Ceará para obtenção do grau de Especialista em
Engenharia de Produção.

Orientador: José de Paula Barros Neto, Dr.

**FORTALEZA
MAIO 2008**

MÁRIA KALINE CAVALCANTE MOTA

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Esta monografia foi submetida à Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Produção, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta monografia é permitida, desde que feita de acordo com as normas de ética científica.

Data da aprovação: 28/05/2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. José de Paula Barros Neto, Dr.
Orientador

Prof. Sérgio José Barbosa Elias, M.Eng^a
Coordenador/Avaliador

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão do meu viver;

A meus pais, que incentivaram e orientaram meu caminho com suas palavras sempre sábias tornando mais fáceis os meus primeiros passos;

Ao meu esposo, que sempre teve satisfação e orgulho pelo meu trabalho, pela compreensão dos momentos que estive ausente do lar;

Ao engenheiro civil Francisco Valni Chaves e ao técnico em edificações Francisco José, pela valiosa contribuição neste trabalho;

Ao Pedro, Gilson Bento e Elionésio Fernandes, pela grande valiosa ajuda prestada;

Ao Professor Barros Neto pelo profissionalismo e presteza durante a execução e conclusão desta monografia;

À Porto Freire Engenharia, pela disponibilização dos seus dados para o estudo de caso.

Aos colegas deste curso de especialização pelo espírito de equipe e o convívio harmonioso;

RESUMO

Durante muitos anos, a construção civil tem desenvolvido suas atividades em métodos tradicionais, estes apresentam limitações, pois resulta de elevado índice de desperdício e altos custos de produção. Diante do aumento da competitividade, a indústria da construção civil começa a rever os seus processos construtivos, implantando a construção enxuta como um paradigma de produção que busca eliminar os desperdícios, a qualidade dos produtos e a entrega do produto final dentro do prazo previsto. Esta monografia tem como tema o estudo da implantação de ferramentas da construção enxuta, tendo como objetivo principal mostrar a importância da implantação dos princípios da construção enxuta em uma obra de construção civil. O estudo foi realizado em uma construtora de edificações habitacionais de Fortaleza/Ce e em função do longo período de construção, a aplicação da implantação da filosofia *Lean* ocorreu somente na etapa da alvenaria. O estudo foi elaborado utilizando o método de execução dos serviços em forma de pacotes. Os dados obtidos estão relacionados com o pacote de alvenaria, foram coletados dados no escritório do custo previsto no orçamento e na obra os custos realmente realizados, onde foi identificada a otimização dos recursos para redução de custos, melhorias a serem implantadas para evitar desperdícios e propostas de melhorias, almejando a implementação da Produção Enxuta ao longo do fluxo de valor. Entre as melhorias que se mostraram possíveis tem-se a redução do lead time de produção, o melhor aproveitamento da mão-de-obra e a melhor interação com os diversos agentes que fazem parte da construção.

Palavras-chave: Construção enxuta, célula de trabalho

SUMÁRIO

Lista de Figuras	
Lista de Quadros	
Lista de Tabelas	
1. INTRODUÇÃO	09
1.1. Problema da Pesquisa.....	10
1.2. Justificativa.....	10
1.3. Objetivo.....	11
1.3.1. Objetivo Geral.....	11
1.3.2. Objetivo Específico.....	11
1.4. Metodologia.....	11
1.5. Estrutura do Trabalho.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Introdução.....	13
2.2. Principais mudanças na construção civil.....	14
2.3. <i>Lean Production</i>	16
2.4. Princípios da Mentalidade Enxuta.....	18
2.4.1. Especificar o Valor.....	18
2.4.2. Identificar o Fluxo de Valor.....	19
2.4.3. Organizar, fazer fluir o Fluxo.....	20
2.4.4. Puxar o Valor.....	21
2.4.5. Perfeição.....	22
2.5. Construção Enxuta.....	22
2.6. Princípios da Construção Enxuta.....	23
2.7. Células de Produção- Pacotes de Serviços.....	28
2.8. Custos na Construção Civil.....	29
2.8.1. Definição.....	29
2.8.2. Classificação dos Custos.....	29
2.8.2.1. Custos Diretos.....	29
2.8.2.2. Custos Indiretos.....	30
3. ESTUDO DE CASO EM UMA OBRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	32
3.1. Descrição da Empresa.....	32
3.2. Descrição da Obra.....	33
3.3. Descrição dos pacotes de serviços a serem estudados.....	33
3.3.1. Planejamento dos Pacotes de Serviços.....	34
3.3.2. Controle da mão-de-obra na execução dos serviços dos pacotes.....	37
3.4. Resultados obtidos	40
3.4.1. Pacote de Alvenaria.....	41
3.4.1.1. Custo da mão-de-obra dos profissionais pacote 2 – alvenaria do orçamento da obra.....	41
3.4.1.2. Custo da mão-de-obra dos profissionais pacote 2 – alvenaria Realizado na obra.....	42
3.4.1.3. Comparativo entre o Custo da mão-de-obra dos profissionais do orçamento e o realizado na obra.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Princípios da Mentalidade Enxuta.....	18
Figura 2 -	Modelo de Árvore Orçamentária.....	35
Figura 3 -	Composição dos Pacotes de Serviços - Pacote 02 – Alvenaria.....	36
Figura 4 -	Cronograma Físico-Financeiro distribuídos em Pacotes de Serviços.....	37
Figura 5 -	Controle dos Operários por Pacote.....	37
Figura 6 -	Programação Diária dos Operários por Pacote.....	38
Figura 7 -	Distribuição dos Operários nos Pavimentos.....	39
Figura 8 -	Linha de Balanço.....	40
Figura 9 -	Modelo de Composição.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	..Composição do Pacote de Alvenaria.....	34
------------	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Custo da mão-de-obra dos Profissionais por Pavimento retirados do orçamento da obra – Pacote 2 - Alvenaria.....	42
Tabela 2 -	Custo da mão-de-obra dos Profissionais por Pavimento realizado na obra – Pacote 2 – Alvenaria 1º Pavimento.....	43
Tabela 3 -	Custo da mão-de-obra dos Profissionais por Pavimento realizado na obra – Pacote 2 – Alvenaria 2º Pavimento.....	44
Tabela 4 -	Comparativo de Custo da mão-de-obra dos Profissionais por Pavimento entre o orçado e o realizado na obra no 1º Pavimento – Pacote 2 - Alvenaria.....	45
Tabela 5 -	Comparativo de Custo da mão-de-obra dos Profissionais por Pavimento entre o orçado e o realizado na obra no 2º Pavimento – Pacote 2 - Alvenaria.....	45

1. INTRODUÇÃO

A constante busca pela melhoria contínua na construção civil tem razão de ser. Em síntese, o maior apelo que se apresenta às empresas é a própria sobrevivência da organização.

A indústria da construção evoluiu muito nas últimas décadas, tanto no escopo da engenharia propriamente dita, como no modelo de comercialização e financiamento de seu negócio. Nos últimos anos, a construção mudou mais que nos últimos 30 anos. Porém, apesar de todas estas mudanças, a construção mantém um índice alto de improdutividade, devido à falta de padronização de sistemas, gestão moderna e estratégica, empreiteiros especializados e mão-de-obra qualificada (CONSTRUQUALI, 2006).

No mercado atual da construção civil, os clientes tornam-se cada vez mais exigentes e existe uma grande competitividade entre as empresas. Para sobreviver em tal mercado é necessário ser eficiente e eficaz, podendo ser alcançado através de uma atuação consciente quanto à qualidade e produtividade nos métodos, processos e sistemas construtivos.

Toda essa gama de variáveis faz com que a empresa que deseja se manter de forma sustentada necessite de uma postura flexível perante o mercado e seus competidores, oferecendo produtos com qualidade com custos otimizados.

O conceito de Mentalidade Enxuta ou *Lean Thinking* formulado no início da década de 90, tendo como base o no Sistema Toyota de Produção firmou-se como o novo paradigma de produção na manufatura (KUREK, 2005).

O setor da construção civil tem demonstrado grande interesse nesta nova filosofia, tendo diversas empresas e pesquisadores discutido as suas aplicações. É um conceito relativamente novo para o setor e muito pouco foi explorado até hoje (PICHI, 2001).

O tema principal deste trabalho diz respeito à apresentação do processo e a metodologia prática da implantação de um programa de Construção Enxuta usado por uma empresa de construção civil.

1.1. PROBLEMA DA PESQUISA

Durante muitos anos a construção civil tem desenvolvido suas atividades com base em um modelo de administração de produção. Com ênfase nas atividades de conversão, as quais, representam atividades de processamento ou modificação da forma ou substância de um material. Este método negligencia as demais atividades envolvidas na realização de um serviço, como inspeção, transporte e espera, que não sejam considerados com a devida importância (JUREK, 2005).

A aplicação dos conceitos e princípios da produção enxuta, na construção civil, é um grande desafio, principalmente porque representa a implantação de uma nova teoria para o gerenciamento da construção.

Com base nestas considerações iniciais, destaca-se a questão da pesquisa: “Como melhorar a execução dos processos construtivos de alvenaria a partir da introdução dos princípios da construção enxuta para obter uma redução do custo na produção?”

1.2. JUSTIFICATIVA

As perdas na construção civil são geradas tanto pelo desperdício de material como também de mão-de-obra e equipamentos, que podem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso inadequado de mão-de-obra, material, serviços ou equipamentos em quantidades superiores àquelas necessárias à produção de edificação (SOILBEMAN, 1993).

Com objetivo de redução de desperdícios, as construtoras buscam melhorar a eficiência dos seus processos produtivos com a utilização de ferramentas e práticas de gerenciamento e controle de produção nos seus canteiros de obra. Desta forma, a apresentação dos conceitos da construção enxuta, contribui com a formulação de estratégias de melhoria e apoio gerencial para estas empresas (KUREK, 2005).

Este trabalho propõe aplicar práticas embasadas nos conceitos de filosofia da construção enxuta, em uma empresa de construção civil na cidade de Fortaleza, observando as

oportunidades de melhorias no processo de produção da empresa. Com a nova filosofia, os serviços, que antes eram planejados individualmente, foram executados em forma de pacotes de serviços. Os pacotes de serviços são agrupamentos de serviços executados por uma mesma equipe.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é apresentar um estudo da implantação de ferramentas da construção enxuta gerando uma otimização de recursos para redução dos custos em uma empresa de construção civil.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre construção enxuta de modo a identificar conceitos e boas práticas que permitam a integração das ferramentas do *Lean*.
- Identificar e apresentar os princípios da construção enxuta.
- Coletar informações sobre a melhoria observadas no processo de produção da empresa.
- Verificar os benefícios que o *Lean Construction* têm feito em uma obra da construção civil.

1.4. METODOLOGIA

Para o presente trabalho foi usada a seguinte metodologia de pesquisa:

- Análise crítica dos conceitos de mentalidade enxuta na construção civil, através de referências bibliográficas (livros, dissertações, artigos científicos, entre outros).
- Realização de um estudo de caso em uma empresa da construção civil na cidade de Fortaleza para obtenção de dados relativos à otimização de recursos

para conseguir uma redução de custos na execução dos serviços, a partir das ferramentas implantadas pela construção enxuta.

Este estudo de caso se refere a implantação de uma ferramenta da construção enxuta, os serviços executados em forma de pacotes, onde foi feito um comparativo do custo de mão-de-obra do pacote de alvenaria. Foram coletados dados do escritório da empresa e da obra para fazer o estudo comparativo entre o que foi orçado e o realizado na obra.

Os dados foram compilados em planilhas eletrônicas e apresentados no trabalho.

- Análise dos resultados obtidos com a pesquisa e as melhorias alcançadas com a implantação da Construção Enxuta.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta o tema da pesquisa e o contexto no qual está inserido. Explicita a importância e a relevância do tema, esclarecendo as vantagens e benefícios do estudo e expõe o problema de pesquisa.

O capítulo 2 aborda os embasamentos teóricos desta pesquisa. Em especial, o capítulo trata de conceitos relativos a construção enxuta.

O capítulo 3 relata um estudo de caso realizado em uma empresa da construção civil na cidade de Fortaleza para obtenção de dados relativos a implantação das ferramentas da construção enxuta com o objetivo de otimizar recursos para redução dos custos na execução dos serviços, resultados obtidos através de uma pesquisa no campo de trabalho.

O capítulo 4 nos relata as melhorias alcançadas no processo.

O capítulo 5 trata das conclusões finais do trabalho, sugestões de melhorias e estudos complementares.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo conceituar o que é *Lean Construction*, os princípios da mentalidade enxuta e da construção enxuta. Em seguida, analisa a necessidade da aplicação destes princípios para obtenção de serviços mais próximos da realidade dos empreendimentos da construção civil.

Desde os anos 90, um novo referencial teórico vem sendo construído para a gestão de processos na construção civil, envolvendo o esforço de um grande número de acadêmicos tanto no país como no exterior, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor. Este esforço tem sido denominado de *Lean Construction*, por estar fortemente baseado no paradigma da *Lean Production* (Produção Enxuta) cujas raízes estão no Taylorismo e Fordismo.

As idéias deste novo paradigma, em realidade, surgiram no Japão nos anos 50, a partir de duas filosofias básicas, o TQM e o Just-in-Time (JIT), sendo o Sistema de Produção da Toyota no Japão a sua aplicação mais proeminente (SHINGO, 1986). Nos anos 50, a economia japonesa estava devastada pela guerra e com o mercado interno limitado, demandando por produtos variados e baratos. A percepção de que o paradigma de Produção em Massa, baseado na constância e abundância, não se encaixaria às necessidades de um mercado variado e restrito, levou a empresa automotiva Toyota a desenvolver seu próprio modelo de produção, denominado Sistema Toyota de Produção (STP) (WOMACK et al, 2004).

Assim, seus conceitos e princípios básicos surgiram na própria indústria, principalmente a automotiva. Apenas recentemente passou a existir um movimento entre acadêmicos no sentido de entender este novo paradigma, com o objetivo de disseminá-lo nos mais diversos setores de atividade econômica.

Quando se trata de eliminação de desperdícios, pode-se lançar mão de uma filosofia bastante específica para este caso, que é o Lean Thinking, Mentalidade Enxuta, cuja denominação foi feita por James P. Womak, durante uma pesquisa mundial cujo objetivo principal era delinear o sistema de produção que surgira no Japão, na empresa automobilística

Toyota Motor Corporation, e autodenominado Sistema Toyota de Produção, STP, que foi divulgado no ocidente também como JIT (Just-in-time).

Em seu livro Sistema Toyota de produção, Ohno explica:

Just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam à linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça este fluxo pode chegar ao estoque zero. (...) para produzir usando o *Just-in-time* de forma que cada processo receba o item exato necessário, quando ele for necessário, e na quantidade necessária, os métodos convencionais de gestão não funcionam bem. (OHNO, 1996).

O conceito de *Just-in-time* está relacionado com a identificação e eliminação dos desperdícios. Considerando-se que todo tipo de estoque, mesmo que necessários, acarreta algum tipo de desperdício, o aspecto de maior realce na empresa, consiste na redução destes em volumes próximos do inexistente. Por este motivo, o *Just-in-time* em muitos casos passou a ser sinônimo de “estoque zero”, mas um conceito que precisa ficar claro é que o *Just-in-time* não tem como consequência o estoque zero, e sim a eliminação dos desperdícios, que só será possível com a implantação de um ambiente de Qualidade Total.

Baseado no Sistema Toyota de Produção, o *Lean Thinking* tem-se demonstrado como um novo paradigma para as organizações, elevando significativamente a produtividade e qualidade. Através deste enfoque, é analisado o ciclo de produção desde a matéria-prima até o recebimento pelo consumidor final, identificando e eliminando as atividades geradoras de desperdício, remodelando-as e colocando-as em fluxo contínuo, puxado pelo cliente (WOMACK; JONES, 2004).

2.2. PRINCIPAIS MUDANÇAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Algumas mudanças estão sendo implantadas nas empresas, dentre elas, a busca da otimização da produtividade e uma melhor qualificação da mão-de-obra, pois conforme o IBGE (2001), a mão-de-obra na construção civil ainda é muito desqualificada.

A competitividade pode ter significados muito diferente, variando de acordo com grupos e sujeitos: em termos políticos e econômicos, pode significar a nação ter ou não um balanço positivo do comércio; para os conceitos de economia, relaciona-se ao baixo custo unitário do trabalho, considerando as taxas de câmbio; no âmbito das empresas, relaciona-se a participação bem sucedida no mercado – local ou internacional (LANZER et al. apud ROSSETO, 2001 p.2).

A concepção econômica que definia a competitividade como uma questão de preços, custos de produção – incluindo os salários – e política cambial está superada, pois se baseava em políticas equivocadas de desvalorização cambial, controle de custos unitários de mão-de-obra e na produtividade do trabalho, cujos objetivos eram melhorar a competitividade de cada país (COUTINHO; FERRAZ 1994, p.16).

O setor da construção civil é visto como um dos alicerces da capacitação tecnológica, devendo se preocupar não só com a introdução de inovações tecnológicas e organizacionais, mas também com a melhor formação da mão-de-obra, objetivando eliminar o desperdício, a ociosidade, a desorganização e a baixa qualidade em geral.

Segundo Solano (1995), a construção civil se caracteriza por:

- indústria dispersa por um número excessivo de empresas;
- dimensões extremamente diversificadas;
- caráter resistente a mudanças;
- grande contingente de mão-de-obra com baixa qualificação;
- operários móveis em torno de um produto fixo;
- grande número de insumos e fornecedores;
- processo de construção com características artesanais e únicas;
- processo sujeito à ação de intempéries;
- gerenciamento amador, intuitivo e acidental.

Schmitt (1992) afirma que a indústria da construção civil, e em particular o subsetor edificações, é frequentemente criticada pela sua baixa eficiência produtiva, pela imprevisibilidade de suas operações e pela qualidade de seus produtos aquém das expectativas, mostrando que os principais obstáculos ao desenvolvimento da construção civil no Brasil são: falta de cultura voltada para o desenvolvimento da qualidade e da produtividade nas operações do setor; crescente descompasso entre as capacidades da mão-de-obra disponível no setor da construção civil em relação às exigências do seu processo tecnológico; carência de informações e garantias sobre o real desempenho de produtos e serviços na construção civil devido à escassez de textos normativos e sistematização dos conhecimentos.

2.3. LEAN PRODUCTION

A filosofia empresarial denominada *Lean Production* foi desenvolvida pela empresa Toyota, na tentativa de otimizar sua linha de produção e acabou se transformando em novo campo de estudos na área de gerenciamento da produção, tendo em vista o sucesso alcançado pela empresa (HOWELL apud CAVALIERI, 2000). O principal mentor das mudanças implantadas na Toyota foi o engenheiro Taiichi Ohno, que procurou verificar no seu processo produtivo quais seriam as atividades supérfluas para, conseqüentemente, eliminá-las.

Esse modelo de produção foi denominado *TPS (Toyota Production System)*, baseando-se em algumas premissas básicas, que contemplavam o atendimento às exigências dos clientes, remessa imediata do produto solicitado e a inexistência de estoques no processo produtivo. Essas premissas geraram importante quebra de paradigmas já consagrados nas indústrias montadoras, similares à Toyota, que trabalhavam procurando maximizar a capacidade produtiva das linhas de montagem.

As premissas básicas idealizadas por Ohno (1996) foram caracterizadas por:

- Análise dos processos que agregam valor para o cliente, eliminando aqueles considerados supérfluos.
- Organização da produção como um fluxo contínuo.
- Busca da perfeição do produto, criando um fluxo confiável, que pudesse ser paralisado por qualquer funcionário que detectasse falhas de qualidade.

- Iniciação do fluxo produtivo após definição das necessidades do cliente, incorporando o estoque à medida que o fluxo estivesse em andamento.
- Mudança nos contratos dos fornecedores de matéria prima, visando dar confiabilidade ao fluxo produtivo sem a necessidade de implantar estoques.

A análise do processo produtivo torna-se essencial, procurando-se detectar quais são as dependências entre atividades e sua variação ao longo das cadeias de suprimento e distribuição. Essa é a primeira meta da filosofia *Lean Production*, que embasa todas as outras premissas com dados fundamentais.

Para expressar e dar significado a tudo que não promove a agregação de valor, isto é, para designar todas as formas de perdas na produção, os japoneses usam o termo “Muda” (pronuncia-se mudá) que significa desperdício. As formas mais comuns de desperdício nas empresas são (WOMACK; JONES, 2004):

- Erros que exigem retrabalhos,
- Produção de itens que ninguém deseja,
- Formação de estoques de mercadorias,
- Fases de processamento desnecessárias,
- Movimentação de pessoas e mercadorias sem propósito definido,
- Pessoas que ficam paradas aguardando o término de uma atividade anterior que está em atraso,
- Produtos (bens ou serviços) que não atendem à necessidade do cliente

A Produção Enxuta vista como um novo paradigma de produção, ou seja, um conjunto de técnicas e ferramentas que podem ser implementadas em qualquer empresa com problemas de falta de eficiência e desperdícios, busca auxiliar o processo produtivo de empresas, de modo a produzir mais com qualidade, variedade, velocidade e menos custos.

Para tanto, o seu objetivo principal é a eliminação total dos desperdícios, que, por absorverem recursos aumentam os custos de produção e escondem problemas do processo, tornando-o ineficiente (HENDERSON; LARCO, apud PASQUALINI, 2005).

2.4. PRINCIPIOS DA MENTALIDADE ENXUTA

Segundo Womack e Jones (2004), o pensamento enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atualidades sem interrupção toda vez que alguém as solicita realizando de forma cada vez mais eficaz. O pensamento é enxuto porque é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, utilizando menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, não esquecendo de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

WOMACK e JONES (2004) identificam cinco princípios do pensamento enxuto nas organizações que visam à eliminação de desperdícios, e que se deve começar pela definição do valor do cliente conforme mostrado na figura 1.

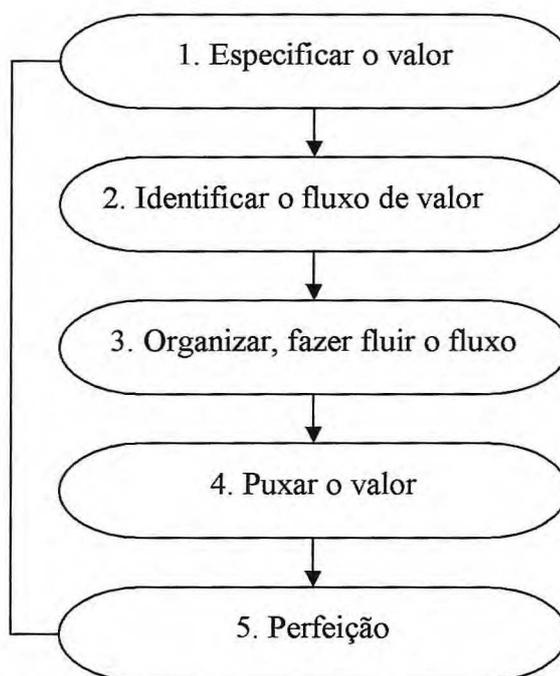


Figura 1: Princípios da Mentalidade Enxuta
Fonte: WOMACK, 2004

2.4.1. Especificar o valor

Este é o ponto de partida para o Pensamento Enxuto e de importância crucial. Embora o valor seja algo definido pelo cliente, como sendo a capacidade do produto (bem ou serviço) de atender a suas necessidades ao preço e no momento específico, o produtor é que,

em última instância cria este valor. É para isso que o produtor existe na perspectiva do cliente (WOMACK; JONES, 2004).

Segundo Womack e Jones (2004), é preciso determinar valor como um todo, observando as diversas relações entre as empresas fornecedoras para que o produto final (que é composto de vários componentes de muitos fornecedores) atenda às reais necessidades dos clientes. Após a definição de valor para um determinado produto e conseqüentemente a identificação dos desperdícios é de suma importância à definição do custo alvo.

2.4.2. Identificar o fluxo de valor

De acordo com Rother e Shook (2002), “um fluxo de valor é toda a ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais”. Na prática, existem aquelas atividades que agregam valor ao produto e aquelas que não agregam valor, mas são necessárias e indispensáveis ao fluxo.

O fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico através de tarefas gerenciais (WOMACK; JONES, 2004):

- Tarefa de solução de problema: Ela vai desde a concepção, passando pelo projeto detalhado, finalizando com o lançamento do produto.
- Tarefa de gerenciamento da informação: inicia-se com o recebimento do pedido, segundo um cronograma detalhado, indo até a entrega.
- Tarefa de transformação física: vai da matéria-prima até o produto acabado.

Portanto, o fluxo de valor consiste no processo pela qual o produto passa, desde a concepção do mesmo, passando pelo fluxo de produção da matéria-prima ao produto acabado, finalizando com a entrega do produto final.

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta para o processo de visualização da situação da organização, pois segundo Rother e Shook (2002) pode-se alcançar os seguintes objetivos:

- Visualizar não somente os processos individuais. Enxergar o fluxo total.
- Ajuda a identificar os desperdícios e as fontes que geraram o desperdício.
- Integra conceitos e técnica enxutas, evitando a implementação de algumas técnicas isoladamente.
- Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura.
- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Ajuda a enxergar o fluxo.
- Forma a base para um plano de implementação, identificando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

2.4.3. Organizar, fazer fluir o Fluxo

Ter um mapa do estado futuro de nada adianta se não for atingida a situação futura desejada. De acordo com Womack e Jones (2004), estando especificado com precisão o valor, o seu fluxo devidamente mapeado na situação atual e as etapas que geram desperdício ou que não agregam valor para o cliente identificadas para serem eliminadas no mapa futuro, deve-se dar o próximo passo, que é fazer com que o valor realmente flua. No entanto, esta etapa exige mudanças completa em sua mentalidade.

Esta etapa requer mudanças profundas na forma de entender a organização e no comportamento gerencial. Justifica-se esta preocupação pelo fato de em todo o mundo ter se desenvolvido e ainda se praticar uma cultura de departamentos, lotes e filas, o que é contrário à Mentalidade Enxuta, que exige um fluxo contínuo de valor, do projeto ao pedido até a fabricação do produto. É na organização e otimização deste processo de geração de valor que o gerente do fluxo tem a oportunidade de utilização das principais ferramentas enxutas, pois as mudanças exigem Kaizen, pequenas e constantes melhorias para viabilizar o atingimento do fluxo desejado ou o kaikaku que são as mudanças grandes e radicais.

É preciso transformar os departamentos e lotes em equipes e fluxo, que por si só promovem, uma grande redução no tempo decorrido da concepção ao lançamento, da venda à entrega, da matéria-prima ao cliente. (WOMACK; JONES, 2004)

Com a introdução do fluxo enxuto, os projetos que levavam anos passam para meses de execução, o processamento de pedidos cai de dias para horas, o tempo de passagem pela produção (throughput) de semanas ou meses reduz-se a minutos. Com a adoção da Mentalidade Enxuta em todo o fluxo, é redefinido o trabalho das funções permitindo a contribuição de forma positiva das pessoas na criação do valor, incentivando-as a falar de suas reais necessidades em cada ponto do fluxo, exigindo um fluxo enxuto para cada produto ou família e o repensar da empresa, funções e carreiras convencionais. As ferramentas que devem ser utilizadas para a implantação do fluxo enxuto são apresentadas mais detalhadamente em parágrafos à frente (CARRARO, 2005).

Ohno (1996) enfatiza que um fluxo enxuto, ou produção *Just-in-time*, significa ter reduzido ao mínimo o tempo entre a emissão do pedido pelo cliente e o seu efetivo atendimento pela entrega do produto nas condições por ele especificadas, o que não é simples, pois requer o conhecimento e a aplicação das diversas ferramentas enxutas. A implementação deste processo pode ocorrer em segundos para algumas fases e demorar anos em outras.

2.4.4. Puxar o Valor

Os sistemas enxutos podem fabricar qualquer produto em produção atualmente, acomodando as flutuações da demanda. Com o uso desse sistema, melhora-se o fluxo de caixa devido à redução de estoques e acelera o retorno do investimento pela maior velocidade na transformação de insumos em produtos finais. (CARRARO, 2005)

Segundo Carraro (2005), com a capacidade e flexibilidade para projetar, programar e fabricar o que o cliente quer, quando o cliente quer, a Empresa Enxuta, torna-se menos dependente da projeção de vendas para antecipar a produção, ou seja, a empresa deixa que o cliente puxe o produto quando necessário ao invés de empurrar produtos indesejados. Além disto, como os clientes sabem que terão o que querem imediatamente, a demanda torna-se muito mais estável.

Na produção puxada o cliente deve puxar a produção, ou seja, apenas o que for solicitado será fabricado. Deve-se ter flexibilidade e agilidade para que sejam atendidos os desejos do cliente que solicita um determinado produto.

Significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite, essa técnica evita que uma grande quantidade de um produto acabado fique aguardando que uma grande venda seja realizada.

2.4.5. Perfeição

Segundo Womack (2004), o quinto conceito do pensamento enxuto é uma orientação para a retomada do primeiro princípio, pois o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros é infinito, e a aproximação do produto ao que o cliente realmente quer fica sempre maior. Isso ocorre pela grande interação entre os princípios de valor, identificação do fluxo de valor, organização do fluxo e sistema de puxar, pois à medida que o valor flui mais rapidamente, os desperdícios ficam mais visíveis, quanto mais puxar, mais aparecerão os obstáculos, permitindo sua eliminação. Um estreito contato com os clientes, externos ou internos, permitirá identificar e especificar valor com mais precisão e melhorar o fluxo e a puxada.

Às vezes, a eliminação de desperdícios é alcançada via novas tecnologias de processo e novos produtos apesar de em geral ser de extrema simplicidade na empresa Enxuta. Outro estímulo à perfeição é atribuído à transparência requerida por esta metodologia de gestão, isto é: subcontratados, fornecedores, integradores, distribuidores, clientes, funcionários, que podem ver tudo e descobrir as oportunidades de melhoria para criação de valor. (CARRARO, 2005)

À medida que as organizações começarem a especificar valor com precisão, identificarem o fluxo de valor total, fizer com que os passos para a criação de valor fluam continuamente, e deixem que os clientes puxem o valor, ocorrerá o último conceito do pensamento enxuto que é a perfeição.

Conclui-se que a utilização dos princípios tem como objetivo principal a eliminação das perdas criando um fluxo contínuo de valor, percorrendo toda a cadeia produtiva, visando à obtenção da perfeição no atendimento aos seus clientes.

2.5. CONSTRUÇÃO ENXUTA

A aplicação dos conceitos de *Lean Production* na indústria da construção civil é um grande desafio, tendo em vista a pequena evolução gerencial no setor, não acompanhando as melhorias implantadas em outros segmentos produtivos.

A *Lean Construction* (Construção Enxuta), é um modelo para gestão de produção na construção civil, baseado no paradigma da *Lean Production* (Produção Enxuta). A adoção dos conceitos *lean* envolve mudanças nas práticas de gestão de operações utilizadas para melhorar e gerenciar os processos produtivos (LORENZON; MARTINS, 2006).

Segundo Lorenzo e Martins (2006) A *Lean Construction* (Construção Enxuta) foi derivada da *Lean Production* (Produção Enxuta) e foi concebido no início dos anos 1990, tendo como marco principal a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* - Koskela (1992). Em seguida foi criado o IGLC - *International Group for Lean Construction* (<http://cic.vtt.fi/lean>) com o intuito de divulgar estes novos conceitos de forma mundial. No Brasil foi criado em 1998 o *Lean Institute Brasil* (www.lean.org.br).

Lorenzo e Martins apud Koskela (1992) definem esta forma de gerenciar a produção da seguinte forma: “A produção é um fluxo de materiais e/ou informações desde a matéria -prima até o produto acabado. Nesse fluxo o material pode estar sendo processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda estar esperando - pelo processamento, inspeção ou movimentação. Tais atividades às quais o material pode ser submetido são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção; a inspeção, a movimentação e a espera representam os aspectos de fluxo da produção. Os processos referentes a fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor. Valor refere-se ao atendimento das necessidades dos clientes. Em grande parte dos casos, somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto”.

2.6. PRINCIPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Segundo Isatto apud Koskela (1992) para melhorar a eficiência dos processos construtivos o autor propôs em seu trabalho a “Aplicação da nova filosofia de produção na construção civil”. Dentre as contribuições destacam-se os onze princípios para a melhoria de processos, os quais são apresentados a seguir.

a) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;

Este é um dos princípios fundamentais da construção enxuta, o qual mostra que a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não somente pela melhoria das suas atividades componentes como também pela eliminação das atividades de fluxo (transporte, espera, inspeção). De forma geral, os processos são formados por atividades de conversão, as quais alteram o produto e via de regra agregam valor ao mesmo; e por atividades de fluxo que são atividades de suporte tais como transporte, espera, inspeção que não necessariamente agregam valor ao produto mas são necessárias para a realização dos processos.

Sabe-se que atividades que não agregam valor geram desperdício. Algumas atividades que não agregam valor: transporte, estoque, retrabalhos, excesso de produção, uso de sistema inadequado. Contudo existem atividades que não agregam valor ao cliente, porém, são essenciais, como por exemplo, o treinamento da mão-de-obra.

A redução da parcela de atividades que não agregam valor é necessária para a diminuição dos desperdícios verificados na indústria da construção civil. O emprego desse princípio auxilia na diminuição dos custos e otimização do uso dos recursos do processo.

O estudo e a elaboração de um arranjo físico de canteiro, que minimize distâncias entre os locais de descargas de materiais e seus respectivos local de aplicação, podem reduzir a parcela de atividade de movimentação (SANTOS Apud BERNARDES, 2003).

A utilização do processo de planejamento e controle da produção facilita a implementação deste princípio da *Lean Construction*, à medida que busca reduzir as atividades de movimentação, inspeção e espera, bem como aquelas que consomem tempo, mas não agregam valor (BERNARDES, 2003).

b) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;

Segundo Isatto apud Koskela (1992), esse princípio está relacionado ao conceito de processo como gerador de valor. É fundamental que as exigências do cliente sejam atendidas para que o produto final tenha maior valor agregado e lhe satisfaça. Isso ajuda também a evitar retrabalhos no empreendimento pela falta ou consideração inadequada das necessidades do cliente.

Para Isatto *et. al.* (2000), 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. Este princípio pode ser aplicado no processo de produção, com o controle de tolerâncias dimensionais de uma tarefa, para que os processos seguintes não sejam dificultados.

c) Reduzir a variabilidade;

Segundo Isatto *et. al.* (2000), existem muitas formas de variabilidade envolvidas no processo de produção: variabilidade nos processos anteriores, no próprio processo e na demanda.

- a. Variabilidade nos processos anteriores: está relacionada aos fornecedores do processo. Exemplo: diferentes tipos de tijolos e dimensões.
- b. Variabilidade no próprio processo: está relacionada à execução de uma atividade. Exemplo: variabilidade na duração da execução do serviço de alvenaria.
- c. Variabilidade na demanda: esta é importante e está relacionada às necessidades dos clientes. Exemplo: clientes solicitando alterações de projeto do seu apto.

Para Bernardes (2003), existem várias razões para se reduzir a variabilidade no processo produtivo. Inicialmente, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais bem aceito. No que tange aos prazos de produção, a variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo, bem como o percentual de atividades que não agregam valor.

d) Reduzir o tempo de ciclo;

Para Isatto *et. al.* (2000), o tempo de ciclo é definido como a soma de todos os tempos das atividades que compõem um ciclo do processo para entregar um bem ou serviço. A redução do tempo de ciclo passa pela realização de um planejamento adequado para o empreendimento de modo a reduzir a ocorrência de variações indesejadas nos processos produtivos e as atividades que não agregam valor ao mesmo.

A redução do tempo de ciclo também está relacionada com a filosofia *Just-in-Time*. Isso significa que cada processo deverá ser abastecido no seu momento certo evitando

esperas e a geração de estoques na obra ou no canteiro. Com essa redução tem-se as seguintes vantagens: entrega mais rápida da obra ao cliente, maior rapidez nos processos, melhoria na aprendizagem e o sistema de produção fica menos vulnerável.

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 conseqüente tempo de ciclo. (BERNARDES, 2003).

e) Simplificar através da redução do número de passos ou partes;

Quanto mais complexa a obra maior será a tendência do número de atividades que não agregam valor, dificultando ainda mais o andamento da mesma. Através da redução do número de componentes ou passos em um processo, tende-se a reduzir o número de atividades que não agregam valor. Por exemplo, substituição de vergas moldadas no local, por pré-moldadas. (ISATTO, 2000) .

Segundo Bernardes (2003) a simplificação pode ser entendida como a redução do número de componentes num produto ou a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações.

f) Aumentar a flexibilidade de saída;

Segundo Isatto *et. al.* (2000), o aumento da flexibilidade de saída pode ser entendido como a possibilidade de se alterar o produto final entregue ao cliente sem aumentar os custos de forma considerável. Pode-se entender como, por exemplo, a possibilidade de se customizar plantas de apartamentos com base nas necessidades do cliente que adquire uma unidade. A aplicação desse princípio pode ocorrer na redução do tamanho dos lotes, no uso de mão-de-obra polivalente, na customização do produto e na utilização de processos construtivos, que permitam a flexibilidade do produto, sem grande ônus para a produção, ou seja, a flexibilidade planejada.

g) Aumentar a transparência do processo;

Para Isatto *et. al.* (2000), esse princípio ajuda a melhorar a comunicação entre os processos e as pessoas que realizam o trabalho através da disponibilização de informações dos processos para todos os envolvidos com o mesmo. O desempenho do processo fica mais visível a todos o que torna mais fácil a visualização de possíveis erros e desvios de padrão, e permite o diagnóstico de problemas e implementação de soluções em um período de tempo menor.

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

h) Focar o controle no processo global;

Para Isatto *et. al.* (2000), este princípio mantém o controle do processo, deixando bem claro quem são os responsáveis pelo serviço e pelo seu controle. Além disso, esse princípio objetiva manter o controle do processo como um todo e não apenas de partes isoladas do mesmo.

O controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios, que venham a intervir no prazo de entrega do produto final. (BERNARDES, 2003).

i) Fazer benchmarking;

Segundo Isatto *et. al.* (2000), benchmarking é um processo de aprendizado que utiliza métodos e processos adotados por outras empresas do setor ou fora dele como base para a implementação de melhorias. Com essa prática, estuda-se como os processos são desenvolvidos por empresas líderes em seus segmentos e busca-se adaptar suas soluções às empresas construtoras de modo a melhorar o seu desempenho através do uso das melhores práticas identificadas no mercado.

j) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;

Para Isatto *et. al.* (2000), este princípio consiste em manter o equilíbrio entre ambas as partes (atividades de fluxo e de conversão). As melhorias nos fluxos são mais baratas de serem atingidas e devem ser realizadas primeiramente, em seguida, com os fluxos melhorados deve-se partir para a melhoria nas atividades de conversão.

k) Introduzir melhoria contínua no processo;

É sempre querer melhorar o controle e o planejamento buscando cada vez mais reduzir o desperdício na indústria e aumentar o valor agregado aos produtos e serviços por ela oferecidos. Também pode ser descrito como uma busca contínua pela diminuição dos custos e o aumento da qualidade e do valor do produto, sempre de forma contínua. (ISATTO, 2000).

A aplicação dos princípios da construção enxuta e dos conceitos da nova filosofia da construção faz com que os processos construtivos aumentem sua eficiência e eficácia, permitindo a análise dos processos, proposição de melhorias e avaliação de custos.

Este 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 obtidos da coleta de dados do plano de curto prazo. (BERNARDES, 2003).

2.7. CÉLULA DE PRODUÇÃO - PACOTES DE SERVIÇOS

Segundo Hyde apud Hyer; Brown (1999) o conceito de célula de produção originou-se em estudos conduzidos na antiga União Soviética por Sokolovsky nos anos 30 que propôs que parte de configuração e características semelhantes deveriam ser produzidas da mesma maneira por um processo tecnológico padronizado.

Define-se célula de produção como sendo um arranjo onde a matéria-prima é processada e o produto entregue, sendo fundamental o trabalho em equipe. Dentro da célula os trabalhadores devem trabalhar próximos, dentro de uma seqüência e ritmo ideal, a fim de evitar perdas por retrabalho e espera (HYER, 1999).

Segundo Rother e Harris (2002), o conceito de célula de produção baseado na teoria de pensamento enxuto é o seguinte: “Uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem seqüencial, através do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo”.

Segundo Gehbauer (2002) pacotes de serviços são etapas de serviços compostos por diversas atividades que permitem uma boa visualização do processo de execução. Geralmente, estas atividades são definidas a partir da estrutura da árvore orçamentária.

2.8. CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.8.1. Definição

Vários autores relacionados com a literatura contábil e com a construção civil conceituam custos de diversas formas.

O custo de uma obra ou serviço é o valor, em unidades monetárias, correspondente a soma de todos os gastos previstos ou despendidos na sua execução. Ele representa o valor da soma dos insumos (mão-de-obra, materiais e equipamentos) necessários à realização de dada obra ou serviço; sendo assim, constitui-se no valor pago pelos insumos SCHMITT (1999).

2.8.2. Classificação dos Custos

Segundo Schmitt (1999) os custos na indústria da construção civil podem ser divididos em dois tipos básicos: custos diretos e indiretos, custos fixos e variáveis.

2.8.2.1. Custos Diretos

“Custos diretos são os custos ligados diretamente à execução dos serviços. Isto significa o montante de recursos necessários para a realização de atividades no canteiro de obras. O custo direto é avaliado com a realização de um orçamento discriminado ou utilizando outro método de avaliar os custos dos serviços. Os custos diretos são referentes ao uso de materiais, mão-de-obra e equipamentos (SCHMITT, 1999, p.4).”

Segundo Tisaka (2006), os custos diretos estão diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra, equipamentos e toda a infra-estrutura de apoio necessária para a execução da obra. Estes custos diretos devem ser representados numa planilha, em que fazem parte:

- Quantitativos de todos os serviços e respectivos custos obtidos através da composição de custos unitários;
- Custo de preparação do canteiro de obras, sua mobilização e desmobilização;
- Custos da administração local com previsão de gastos com o pessoal técnico (encarregado, mestre, engenheiro, etc), administrativo (encarregado do escritório, de higiene e segurança, apontador, escriturário, motorista, vigia, porteiro, etc.) e de apoio (almoxarife, mecânico de manutenção, enfermeiro, etc).

Segundo Stabile (2002) os custos diretos são os valores que representam basicamente todos os componentes de obra contidos em projetos que se referem ao produto-acabado, desde o início dos trabalhos de movimento de terra para fundações até os de pintura e limpeza final da obra. Em todas as composições de custos, estão claramente definidos todos os itens que compõe determinado trabalho, com a inclusão dos coeficientes correspondentes a materiais e serviços.

2.8.2.2. Custos Indiretos

Segundo Schmitt (1999), os custos indiretos referem-se a elementos de apoio necessários para a realização da obra. Podem ser divididos em duas categorias: referentes a administração geral da empresa e referentes a obra em particular. São exemplos desses custos: despesas com aquisição de ferramentas, trabalhos de apoio, instalações auxiliares, administração e manutenção da obra, entre outros.

De acordo com Stabile (2002) os custos indiretos englobam todos os arquivos de Composições de Custos que representa a assessoria indispensável a qualquer obra, ou seja, dos serviços para implantação do Canteiro de Obras que simplesmente irão completar as composições de Custos Diretos, de todos os trabalhos e eventos necessários à sua organização e de todas as atividades diretamente relacionadas e de apoio a cada unidade de Custo Direto.

Não se admite improvisação neste item, pois a ausência na determinação dos valores que devem completar uma obra, pode até torná-la inviável. A identificação e quantificação das unidades de Custos Indiretos está intimamente ligada ao próprio processo de levantamento de áreas, volumes e quantidades (STABILE, 2002).

Ainda dentro dos custos indiretos, tem-se a definição do BDI (Benefícios e Despesas Indiretas). Ávila e Jungles (2003) definem o BDI como sendo um valor monetário que engloba o lucro bruto desejado sobre um empreendimento, e o somatório das despesas indiretas incorridas incluindo os tributos.

Assim, no valor do preço final de um empreendimento devem ser considerados, além do custo direto orçado os custos administrativo e financeiro da empresa, o lucro desejado, o risco do empreendimento e os tributos incorridos. Esses outros custos, denominados de custos indiretos é que estarão aglutinados dentro do BDI. O BDI pode ser formado e considerado como função do somatório de quatro variáveis principais, a saber: custo indireto, valor do risco calculado para o empreendimento, montante do lucro desejado e impostos a serem recolhidos aos poderes públicos.

Na engenharia civil também são analisados os custos relativos aos encargos incidentes sobre a mão-de-obra quando a empresa atua no ramo da consultoria, da construção civil leve ou da construção pesada, pois sempre vai existir uma grande variação percentual do total dos encargos sociais a serem incorridos por uma firma que atua num ou noutro ramo dessa indústria (ÁVILA; JUNGLES, 2003).

Pelo exposto por Ávila e Jungles (2003), fica evidenciada a importância de um perfeito conhecimento do índice de encargos sociais a ser utilizado, fator este causador de impacto direto no nível de preços praticado e na sua competitividade. Os encargos sociais devem incidir apenas sobre a mão-de-obra e não sobre o custo de materiais e equipamentos.

Neste capítulo, foram apresentados conceitos importantes para o desenvolvimento dessa monografia: *lean production*, princípios da mentalidade enxuta, construção enxuta, pacotes de serviços e custos na construção civil, e foram discutidos como os mesmos podem ser empregados para melhorar a produção. No capítulo seguinte, os conceitos discutidos são utilizados como base para a apresentação de um estudo de caso através de um comparativo entre o custo de mão-de-obra do orçamento com o realizado na obra, usando a ferramenta da construção enxuta, a execução dos serviços em forma de pacotes de serviços para melhorar a produtividade e tentar reduzir o custo de mão-de-obra. E por fim as melhorias alcançadas no processo na produção de um empreendimento na construção civil.

3. ESTUDO DE CASO EM UMA OBRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa atua no ramo da construção civil executando obras de condomínios fechado a preço de custo com objetivo de possibilitar um acesso mais facilitado a uma ampla camada da população, que enfrentava sérias dificuldades decorrentes da filosofia de atuação do Sistema Financeiro da Habitação - SFH e das entidades correlatas. Essa empresa tem 22 anos de atuação, utiliza economia de escala e tecnologia de ponta para a redução do custo das obras. No período da elaboração deste trabalho, a empresa já tinha lançado 36 empreendimentos, equivalentes a 5.532 apartamentos entregues e 3000 apartamentos em construção.

A empresa possui certificação conforme a norma ISO 9001:2000. Na busca da melhoria contínua se capacitou e se certificou para usufruir desta ferramenta de gestão, que espelha os fluxos dos procedimentos que o compõem, e verifica o andamento dos processos primordiais que impactam diretamente nos produtos oferecidos aos clientes desde o ano de 2000. Hoje, possui certificado na NBR ISO 9001:2000 para o seguinte escopo: “Incorporação, Projeto, Comercialização, Administração e Acompanhamento da Construção de Imóveis Residenciais a preço de custo e a preço fechado”, certificação concedida pela DNV – Det Norske Veritas Certificadora Ltda.

A empresa tem como sua política da Qualidade: “Proporcionar a prosperidade dos clientes através da excelência dos produtos e serviços e da melhoria contínua de nossos processos”. E para seguir tal política, a empresa desenvolveu o Sistema Prevcon que visa cumprir as filosofias e valores descritos na Identidade Organizacional da organização. Este sistema funciona com a união de um grupo de pessoas, que se reúnem em um condomínio fechado para a aquisição da casa própria. Cada um dos componentes do grupo de condôminos passa a ser um investidor, que adquire o seu imóvel a preço de custo.

Como uma recompensa à excelência em vendas de unidades habitacionais, a empresa ganhou o prêmio Master Imobiliário durante cinco anos, em dez anos de existência dessa premiação. Foi premiada em 1996, 1997, 1999, 2000 e 2006 por ser líder no mercado cearense, em número de unidades habitacionais vendidas. Em 2005, foi agraciada com o Prêmio Delmiro Gouveia, 1º lugar em desempenho econômico financeiro entre empresas com faturamento até 60 milhões, possuindo mais de 8.000 clientes.

3.2. DESCRIÇÃO DA OBRA

A obra em estudo está localizada no Cambéba, Fortaleza, CE. Sua tipologia é a seguinte: 4 blocos residenciais, com subsolo, térreo e 20 pavimentos tipo em cada um deles. Cada pavimento tipo possui 8 Apartamentos.

O empreendimento possui um total de 640 unidades com uma área de terreno de 13.363,21 m² e de Construção igual a 55.033,54 m².

A tecnologia predominante nesta obra é o uso de lajes protendidas, nas quais a protensão do concreto é feita por meio de cabos de aço, que são estendidos e ancorados nas extremidades. Os pilares e vigas são de concreto armado.

Este trabalho tem por objetivo principal demonstrar a importância da implantação da construção enxuta através da execução dos serviços usando pacotes de serviços.

3.3. DESCRIÇÃO DO PACOTE DE SERVIÇO A SER ESTUDADO

O método estudado foi a execução dos serviços em forma de pacotes de serviços, os dados obtidos estão relacionados com o pacote de alvenaria. Em função do longo período de construção, foi estudado a implantação da filosofia *Lean* ocorreu somente na etapa da alvenaria.

Foram analisados os serviços relacionados às atividades ligadas à alvenaria. Através de estudos sobre construção enxuta foi determinado pela empresa que os serviços seriam executados e controlados através de pacotes de serviços.

Os pacotes são formados por diversos serviços da obra. O engenheiro da obra juntamente com o coordenador do planejamento físico do empreendimento analisa o orçamento final da obra e define os pacotes que serão divididos de acordo com o cronograma físico determinado pelo próprio engenheiro. Uma das finalidades desses pacotes de serviços é não deixar a obra ficar com mão-de-obra ociosa, como também, uma etapa de serviço não deve atrapalhar a outra. São elaborados estudos em toda árvore orçamentária e determinados todos os pacotes da obra. Nestes pacotes são distribuídos todos os serviços que podem ser feitos com uma mesma equipe.

O pacote da alvenaria é composto pelos seguintes serviços: marcação de alvenaria, elevação de alvenaria, verga e contra-verga, chapisco interno e tubulação parede..

O quadro 1 apresenta os serviços incluídos no pacote de alvenaria. Deve-se ressaltar que não são considerados equipamentos, encargos e BDI na composição dos pacotes.

Quadro 1: Composição do pacote de alvenaria

Marcação de alvenaria: execução da primeira fiada de tijolo usando duas linhas (na parte superior e inferior do tijolo).
Elevação de alvenaria: assentamento com blocos cerâmicos, após a marcação com argamassa.
Verga e Contraverga: peças estruturais.
Chapisco interno: precederá o emboço interno e o reboco interno. Deverá ser no traço 1:3(cimento: areia grossa) nos tetos e nas paredes.
Tubulação Parede: é necessário este serviços pois a tubulação é embutida na parede.

3.3.1. PLANEJAMENTO DOS PACOTES DE SERVIÇOS

Antes de iniciar a execução da obra a empresa elabora o orçamento e o planejamento físico-financeiro. Todas as planilhas são informatizadas. É utilizado o sistema da MInformática para elaborar o orçamento e o microsoft excel para o cronograma. Na árvore orçamentária, os serviços não são separados por pacotes (figura 2), pois na execução da obra, durante o controle e acompanhamento de custo, às vezes, é necessário alterar serviços do pacote , como por exemplo, retirar o chapisco interno do pacote de alvenaria e colocar no pacote de revestimento, um dos motivos seria o fluxo de caixa da obra não pagar todos os serviços daquele pacote, sendo assim, não é necessário alterar a árvore orçamentária no sistema, altera somente a planilha de acompanhamento dos pacotes de serviços.

A seguir tem-se a definição das partes componentes da figura 2:

- Coluna item: refere-se ao item de cada serviço
- Coluna Insumo: apresenta o insumo de cada serviço na árvore orçamentária.
- Coluna Descrição: se refere ao nome de cada serviço da árvore orçamentária.

- Coluna Unidade: apresenta a unidade da descrição na composição dos serviços da obra.
- Coluna Quantidade: refere-se à quantidade total do insumo no orçamento da obra.
- Coluna Valor: corresponde ao valor total do serviço no orçamento.

ÁRVORE ORÇAMENTÁRIA

ITEM	INSUMO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR
1		SERVIÇOS PRELIMINARES			15.853,54
1.1	30501	LOCACAO DA OBRA	M2	2.889,07	15.853,54
2		MOVIMENTO DE TERRA			32.942,30
2.1	30102	RASPAGEM E LIMPEZA DO TERRENO MECANICA	M2	3.340,80	4.327,05
2.2	40103	ESCAVACAO MECANIZADA	M3	3.930,70	23.841,71
2.3	40101	ESCAVACAO MANUAL	M3	34,54	376,48
2.4	40206	REATERRO MANUAL DE VALAS	M3	633,22	3.378,36
2.5	40201	ATERRO MANUAL COM MATERIAL ADQUIDIDO	M3	39,92	1.018,71
3		INFRA ESTRUTURA			393.781,97
3.1	50109	EXECUCAO DE ESTACAS BROCA	M3	43,18	25.840,94
3.2	50104	EXECUCAO E CRAVACAO DE ESTACAS FRANKI DE 350MM	M	1.500,00	179.695,28
3.4	50205	CONCRETO DE REGULARIZACAO	M3	10,91	697,24
3.6	50203	ACO CA-50 E CA-60 EM BLOCOS E CINTAS	KG	19.285,44	64.308,90
3.7	50201	CONCRETO EM BLOCOS E CINTAS	M3	266,00	120.843,13
3.9	70101	ALVENARIAS DE PEDRA	M3	34,54	4.486,00
3.10	70102	BALDRAME EM TIJOLO FURADO	M3	6,91	472,93
3.12	70216	CHAPEAMENTO DE ESTACA BROCA	M2	148,29	2.396,49
4		SUPER ESTRUTURA			2.551.910,08
4.1	60301	FORMA PLASTIFICADA EM ESTRUTURA	M2		
4.2	60201	ACO CA-50 E CA-60 ESTRUTURA	KG	154.989,97	527.578,06
4.3	60111	CONCRETO ESTRUTURAL TIPO FCK 25 MPA	M3	2.913,08	1.316.003,21
4.4	60401	LAJE PRE-MOLDADA 7 CM P/ FORRO	M2	203,20	2.960,52
4.5	50209	PROTENCAO	KG	61.023,18	554.976,08
4.6	21401	CONTROLE TECNOLOGICO	MES	26,00	30.583,24
5		ALVENARIAS			381.899,90
5.1	70212	MARCAAO DE ALVENARIA INTERNA	M	7.099,39	9.732,64
5.2	70204	ALV. C/TIJOLO FURADO 9X19X19CM 10CM ARG. MISTA INTERNA	M2	15.849,99	169.791,12
5.3	70202	ALV. C/TIJOLO FURADO 9X19X19 20CM ARG. MISTA INTERNA	M2	2.062,90	39.574,59
5.4	70203	ALV. C/TIJOLO FURADO 9X19X19 30CM ARG. MISTA EXTERNA	M2	160,63	5.057,67
5.5	70222	ALV. C/TIJOLO FURADO 9X19X19 10CM ARG. MISTA EXTERNA	M2	4.839,64	55.112,47
5.6	200106	VERGA E CONTRAVERGA INTERNA	M	1.378,60	14.249,02
5.7	200102	COMBOGOS ANTE-CHUVA	M2	12,60	203,63
5.8	70213	ENCUNHAMENTO	M	9.720,28	12.099,56
5.9	70209	ALV. C/TIJOLO COMUM 10CM ARG. MISTA	M2	422,71	9.398,01
5.10	160108	TUFOS / PORTADAS	M	5.047,98	11.803,98
6		INSTALAÇÕES			1.377.693,05
6.1		ELÉTRICA / TELEFÔNICA			548.682,43
6.1.1	90190	TUB. E CONEXÃO ESTRUTURA SUBSOLO B	UN	1,00	5.107,41
6.1.2	90209	TUB. E CONEXÃO ESTRUTURA PILOTIS B	UN	1,00	1.371,22
6.1.3	90194	TUB. E CONEXAO ESTRUTURA HALL TIPO AB	UN	40,00	15.213,50
6.1.4	90181	TUB. E CONEXÃO ESTRUTURA APTO P5	AP	80,00	19.480,80

FIGURA 2: MODELO DE ÁRVORE ORÇAMENTÁRIA

FONTE: EMPRESA

A empresa faz o acompanhamento dos pacotes de serviços através de uma planilha eletrônica na qual são discriminados todos os serviços e a alocação em seus devidos pacotes. (figura 3).

A seguir tem-se a definição das partes componentes da figura 3:

- Coluna item: refere-se ao item de cada serviço
- Coluna Pacote: se refere a descrição dos pacotes existentes no orçamento.
- Coluna Insumo: apresenta o insumo de cada serviço na árvore orçamentária.
- Coluna Descrição: se refere ao nome de cada serviço da árvore orçamentária por pacote.
- Coluna Unidade: apresenta a unidade da descrição na composição dos serviços da obra.
- Coluna Quantidade: refere-se à quantidade total do insumo no orçamento da obra.
- Coluna Valor: corresponde ao valor total do serviço no orçamento.

ITEM	PACOTES	INSUMO	DESCRICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
5.1	PCT 02	70212	MARCAÇÃO DE ALVENARIA INTERNA	M	23.931,67	32.808,23
5.2	PCT 02	70204	ALV. C/TIJOLO FURADO 9X18,5X18,5 10CM ARG. MISTA INTERNA	M2	53.447,36	572.548,43
5.3	PCT 02	70202	ALV. C/TIJOLO FURADO 10X20X20 20CM ARG. MISTA INTERNA	M2	6.453,12	123.796,40
5.4	PCT 02	70203	ALV. C/TIJOLO FURADO 10X20X20 30CM ARG. MISTA EXTERNA	M2	760,39	23.941,97
5.14	PCT 02	70222	ALV. C/TIJOLO FURADO 9X18,5X18,5 10CM ARG. MISTA EXTERNA	M2	20.969,79	238.798,10
5.5	PCT 02	200106	VERGA E CONTRAVERGA INTERNA	M	4.601,10	47.556,35
5.13	PCT 02	70221	MARCAÇÃO DE ALVENARIA EXTERNA	M	12.897,54	17.681,40
5.15	PCT 02	200107	VERGA E CONTRAVERGA EXTERNA	M	9.747,48	100.748,64
6.1.17	PCT 02	90215	TUB. E CONEXÃO PAREDE/SUBSOLO B (INC. QUADRO)	UN	1,00	9.917,17
6.1.21	PCT 02	90218	TUB. E CONEXÃO PAREDE PILOTIS B (INC. QUADRO)	UN	1,00	18.352,14
6.1.27	PCT 02	90143	TUB. E CONEXÃO PAREDE APTO P5 (INC. QUADROS)	AP	160,00	51.501,68
6.1.28	PCT 02	90144	TUB. E CONEXÃO PAREDE APTO P6 (INC. QUADROS)	AP	160,00	55.976,53
6.1.29	PCT 02	90139	TUB. E CONEXÃO PAREDE COB./CS MAQ AB (INC. QUADROS)	UN	2,00	5.766,44
10.1.2	PCT 02	140102	CHAPISCO INTERNO	M2	59.086,04	45.663,65

FIGURA 3: PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DOS PACOTES DE SERVIÇOS – PCT 02 - ALVENARIA
 FONTE: EMPRESA

No cronograma físico-financeiro os serviços são separados por pacotes de serviços, conforme mostrado na figura 4 .

A seguir tem-se a definição das partes componentes da figura 4:

- Coluna Pacote: se refere a descrição dos pacotes existentes no orçamento.
- Coluna Descrição: apresenta a descrição dos serviços por pacote.
- Coluna Custo Total: se refere ao custo total do orçamento.

- Coluna Custo Realizado: se refere ao custo total realizado na obra.
- Coluna Saldo à realizar: se refere ao saldo total do orçamento.

BLOCO B

DATA BASE: NOVEMBRO/2007		ORÇAMENTO		
PACOTES	DESCRIÇÃO	CUSTO TOTAL	CUSTO REALIZADO	SALDO À REALIZAR
CUSTO TOTAL COM REMUNERAÇÃO		11.825.095,66	2.365.568,58	9.459.527,08
PCT 01	ESTRUTURA	2.585.754,40	1.312.654,03	1.273.100,38
PCT 02	ALVENARIA E TUBULAÇÕES	440.439,87	115.278,18	325.161,68
PCT 02A	EMESTRAMENTO / PORTADAS E TUFOS	23.887,59	4.146,81	19.740,78
PCT 03	ENCUNHAMENTO, C. Marco Al., REG. IMPERM.	12.303,19	-	12.303,19
PCT 04 E	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	106.805,88	-	106.805,88
PCT 04 H	INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIO/INCÊNDIO	439.581,08	8.204,95	431.376,13
PCT 05	FORRAMENTO, EMBOÇO, REG.IMP.	229.390,73	-	229.390,73
PCT 06	IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO MECÂNICA	243.374,87	-	243.374,87
PCT 07	REGULARIZAÇÃO DA BASE P/PISOS	110.275,10	-	110.275,10

FIGURA 4: CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DISTRIBUIDOS EM PACOTES DE SERVIÇOS
 FONTE: EMPRESA

3.3.2. CONTROLE DA MÃO-DE-OBRA NA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DOS PACOTES

A empresa apresenta vários controles da distribuição dos serviços do pacote na obra. Conforme figura 5, o operário recebe uma carteirinha, como é chamado na obra, a qual determina o local que ele estará trabalhando, o serviço que irá executar e o tempo de duração da etapa do pacote.

PACOTE 2 - ALVENARIA		
LOCAL	DATAS	
	INICIO	FIM
10º PAVIMENTO	24/07/2007	31/08/2007
11º PAVIMENTO	03/09/2007	28/09/2007
12º PAVIMENTO	01/10/2007	31/10/2007
13º PAVIMENTO	01/11/2007	30/11/2007
14º PAVIMENTO	03/12/2007	31/12/2007
15º PAVIMENTO	02/01/2008	31/01/2008
16º PAVIMENTO	01/02/2008	29/02/2008
17º PAVIMENTO	03/03/2008	31/03/2008

FIGURA 5: CONTROLE DO OPERÁRIO POR PACOTE
 FONTE: EMPRESA

A figura 6 mostra a programação diária dos operários no pacote de acordo com o ciclo ou tempo de execução do pacote. Essa programação é anexada nos pavimentos e mostra o controle diário dos serviços a serem executados e a quantidade de operários. Por exemplo, o 1º dia do ciclo do serviço de marcação de alvenaria é necessário 6 pedreiros e 2 serventes. Esta figura se refere a programação dos serviços do primeiro pavimento.

PACOTE 02 - ALVENARIA - PROGRAMAÇÃO DOS SERVIÇOS CICLO DE 20 DIAS

TAREFA	1º DIA	2º DIA	3º DIA	4º DIA	5º DIA	6º DIA	7º DIA
MARCAÇÃO DE ALVENARIA	6 PEDREIROS 2 SERVENTES	4 PEDREIROS 2 SERVENTES					
CONFERÊNCIA MARCAÇÃO ALVENARIA	1 TÉCNICO	1 TÉCNICO					
COLOCAÇÃO DOS CABELOS CHAPISCO (ENCONTRO ALV / ESTR)		2 PEDREIROS					
ELEVAÇÃO DE ALVENARIA EXT / INT TUB. ELET. EMBUTIDA EM PAREDE			6 PEDREIROS 2 SERVENTES	4 PEDREIROS 2 SERVENTES	6 PEDREIROS 2 SERVENTES	4 PEDREIROS 2 SERVENTES	6 PEDREIROS 2 SERVENTES
CONFERÊNCIA SERVIÇOS DO PACOTE			1 TÉCNICO				
COLOC. DE VERGAS / CONTRAVERGAS				2 PEDREIROS		2 PEDREIROS	
EXECUÇÃO DA LAJE DAS JARREIRAS							
COLOC. DE VERGAS DAS JARREIRAS							
CHAPISCO INTERNO							
LIMPEZA DO PAVIMENTO	1 SERVENTE						
TOTAL EQUIPE - ADM - CRUZEIRO	1 TÉCNICO						
TOTAL EQUIPE - PCT 2 - BLOCO B	6 PEDREIROS 3 SERVENTES						
TAREFA	8º DIA	9º DIA	10º DIA	11º DIA	12º DIA	13º DIA	14º DIA
MARCAÇÃO DE ALVENARIA							
CONFERÊNCIA MARCAÇÃO ALVENARIA							
COLOCAÇÃO DOS CABELOS CHAPISCO (ENCONTRO ALV / ESTR)							
ELEVAÇÃO DE ALVENARIA EXT / INT TUB. ELET. EMBUTIDA EM PAREDE	4 PEDREIROS 2 SERVENTES	2 PEDREIROS 1 SERVENTE	2 PEDREIROS 1 SERVENTE				
CONFERÊNCIA SERVIÇOS DO PACOTE	1 TÉCNICO						
COLOC. DE VERGAS / CONTRAVERGAS	2 PEDREIROS		2 PEDREIROS				
EXECUÇÃO DA LAJE DAS JARREIRAS				2 PEDREIROS	2 PEDREIROS		
COLOC. DE VERGAS DAS JARREIRAS						2 PEDREIROS	2 PEDREIROS
CHAPISCO INTERNO						2 PEDREIROS 1 SERVENTE	2 PEDREIROS 1 SERVENTE
LIMPEZA DO PAVIMENTO	1 SERVENTE						
TOTAL EQUIPE - ADM - CRUZEIRO	1 TÉCNICO						
TOTAL EQUIPE - PCT 2 - BLOCO B	6 PEDREIROS 3 SERVENTES						

FIGURA 6: PROGRAMAÇÃO DIÁRIA DOS OPERÁRIOS POR PACOTE – MODELO 1
FONTE: EMPRESA

Na figura 7 mostra a distribuição dos operários nos pavimentos onde o pacote será realizado. Essa planilha é anexada na sala do engenheiro. Os dados são retirados do cronograma físico-financeiro da obra. No modelo abaixo, temos o pacote de alvenaria com seus respectivos serviços. Os serviços se referem ao P06: 6º pavimento.

SERVIÇOS: PACOTE 02 - DISTRIBUIÇÃO DOS OPERÁRIOS NOS PAVIMENTOS							DATA INICIAL
- Marcação de Alvenaria Int/Ext			- Chapisco Interno				13/06/06
- Alvenaria (9X19X19 9 cm) Int/Ext			- Vergas e Contra-Vergas Int/Ext				DATA FINAL
- Alvenaria (9X19X19 19 cm) Int/Ext							01/07/08
- Tubulação Elétrica Embutida em Parede							

		Pedreiro 01	Pedreiro 02	Pedreiro 03	Pedreiro 04	Pedreiro 05	Servente 01	Servente 02
14/fev/07	qua	MARC P06						
15/fev/07	qui	MARC P06						
16/fev/07	sex	MARC P06						
19/fev/07	seg	MARC P06						
21/fev/07	qua	ALV P06						
22/fev/07	qui	ALV P06						
23/fev/07	sex	ALV P06						
26/fev/07	seg	ALV P06						
27/fev/07	ter	ALV P06						
28/fev/07	qua	ALV P06						
01/mar/07	qui	ALV P06						
02/mar/07	sex	ALV P06						
05/mar/07	seg	ALV P06						
06/mar/07	ter	ALV P06						
07/mar/07	qua	ALV P06						
08/mar/07	qui	ALV P06						
09/mar/07	sex	ALV P06						
12/mar/07	seg	ALV P06						
13/mar/07	ter	ALV P06						
14/mar/07	qua	ALV P06						
15/mar/07	qui	ALV P06						
16/mar/07	sex	ALV P06						
19/mar/07	seg	ALV P06						
20/mar/07	ter	ALV P06						
21/mar/07	qua	ALV P06						
22/mar/07	qui	ALV P06						
23/mar/07	sex	ALV P06						
26/mar/07	seg	ALV P06						
27/mar/07	ter	ALV P06						
28/mar/07	qua	ALV P06						
29/mar/07	qui	ALV P06						
30/mar/07	sex	ALV P06						

FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO DOS OPERÁRIOS NOS PAVIMENTOS
 FONTE: EMPRESA

3.4. RESULTADOS OBTIDOS

Essas medidas de melhoria foram introduzidas na obra para uma redução de custos e uma forma de executar a obra utilizando a construção enxuta. No início da construção foi elaborado um planejamento de todos os pacotes de serviços desde a locação da obra até a entrega do produto final. Foi elaborado pelo engenheiro da obra juntamente com o planejamento físico e financeiro da empresa.

O Cronograma da empresa é feito através de linha de balanço e os pacotes são distribuídos em ciclos como mostra a figura 9. Segundo Gehbauer (2002) a linha de balanço é um tipo de cronograma muito adequado para construções de edifícios com grande volume de produção. Neste diagrama, o eixo horizontal geralmente representa a quantidade de produção ou o avanço da produção e o eixo vertical representa o tempo. Os ciclos se refere a duração de uma etapa de um serviço.

LINHA DE BALANÇO DA PRODUÇÃO

PCT 01 ESTRUTURA (TETO)		PCT 02 ALVENARIA E TUBULAÇÕES				PCT 02A EMESTRAMENTO / PORTADAS E TUFOS							
Teto		1º ao 20º											
Ciclo: 11 dias N		Ciclo: 11 dias N				Ciclo: 11 dias N							
INÍCIO 06/03/06 Data		11/09/06 Data				26/09/06 Data							
TÉRMINO 20/02/06 Data		26/03/06 Data				01/04/06 Data							
DESCRIÇÃO		ORDEM	CIC./PAV	INÍCIO	TÉRMINO	ORDEM	CIC./PAV	INÍCIO	TÉRMINO	ORDEM	CIC./PAV	INÍCIO	TÉRMINO
SUB-SOLO	SS	1	0	06/03/06	05/03/06			01/08/06	08/09/06			09/09/06	24/09/06
				06/03/06	05/03/06			01/08/06	08/09/06			09/09/06	24/09/06
PILOTIS	TR	6	11	11/04/06	27/04/06	11		13/06/06	31/07/06	11		01/08/06	11/08/06
				11/04/06	27/04/06			13/06/06	31/07/06			01/08/06	11/08/06
1º PAV. TIPO	T01	7	11	25/04/06	10/05/06	1	11	11/09/06	25/09/06	1	11	26/09/06	11/10/06
				25/04/06	10/05/06			11/09/06	25/09/06			26/09/06	11/10/06
2º PAV. TIPO	T02	8	11	08/05/06	22/05/06	2	11	26/09/06	11/10/06	2	11	13/10/06	27/10/06
				08/05/06	22/05/06			26/09/06	11/10/06			13/10/06	27/10/06
3º PAV. TIPO	T03	9	11	18/05/06	01/06/06	3	11	13/10/06	27/10/06	3	11	30/10/06	14/11/06
				18/05/06	01/06/06			13/10/06	27/10/06			30/10/06	14/11/06
4º PAV. TIPO	T04	10	11	30/05/06	13/06/06	4	11	30/10/06	14/11/06	4	11	16/11/06	30/11/06
				30/05/06	13/06/06			30/10/06	14/11/06			16/11/06	30/11/06
5º PAV. TIPO	T05	11	11	09/06/06	26/06/06	5	11	16/11/06	30/11/06	5	11	01/12/06	18/12/06
				09/06/06	26/06/06			16/11/06	30/11/06			01/12/06	18/12/06

FIGURA 9: LINHA DE BALANÇO
FONTE: EMPRESA

3.4.1. PACOTE DE ALVENARIA

Foi elaborado um estudo da mão de obra utilizando o orçamento da obra e o acompanhamento de custo em forma de pacotes.

Os Custos do orçamento são gerados pelos índices de composições, quantidades e preços elaborados na sala técnica no sistema da MInformática conforme figura 10.

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	DESCRIÇÃO INSUMO	UNIDADE	ÍNDICE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
5.3	ALV. C/TIJOLO FURADO 9X19X19 19CM	M2	ARG.MISTA C/CIM/A GROSSA/A FINA, 1:6:2	M3	0,03	110,00	3,30
			TIJOLO CERAMICO 9X14X19	UN	2,56	0,15	0,39
			TIJOLO CERAMICO 9X9,5X19	UN	6,80	0,15	1,05
			TIJOLO CERAMICO 9X4,5X19	UN	2,56	0,15	0,39
			TIJOLO CERAM. FURADO 9X19X19CM	UN	47,00	0,19	8,70
							R\$ 13,84
			SERVENTE	H	0,42	2,00	0,83
			PEDREIRO	H	0,87	5,10	4,46
							R\$ 5,29
							R\$ 19,13

FIGURA 10: MODELO DE COMPOSIÇÃO

FONTE: EMPRESA

3.4.1.1. CUSTO DA MÃO-DE-OBRA PROFISSIONAL - PACOTE 2- ALVENARIA NO ORÇAMENTO DA OBRA

A tabela 1 apresenta a da planilha de custo da mão-de-obra por profissional retirada do orçamento da obra dos serviços que compõem o pacote 2. A seguir tem-se a definição das partes componentes da tabela.

- Coluna Serviços: refere-se a todos os serviços que compõem o pacote 2.
- Coluna Unidade: apresenta a unidade da descrição na composição dos serviços da obra.
- Coluna Quantidade: refere-se à quantidade total do insumo no orçamento da obra.
- Coluna Custo orçamento unitário/ prof.: corresponde ao valor unitário do profissional por serviço no orçamento da obra.
- Coluna Custo orçamento total/prof.: corresponde ao valor total do profissional por serviço (quantidade x custo unitário)

TABELA 1: CUSTO DA MÃO-DE-OBRA DOS PROFISSIONAIS POR PAVIMENTO RETIRADOS DO ORÇAMENTO DA OBRA - PACOTE 2 - ALVENARIA
 FONTE: EMPRESA

SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO ORÇAMENTO UNIT./PROF	CUSTO ORÇAMENTO TOTAL/PROF
MARCAÇÃO DE ALVENARIA INT	M	314,24	R\$ 0,59	R\$ 185,40
MARCAÇÃO DE ALVENARIA EXT	M	149,7	R\$ 0,59	R\$ 88,32
ALV. C/ TIJ 9X19X19 9CM INT	M2	738,11	R\$ 3,22	R\$ 2.376,71
ALV. C/ TIJ 9X19X19 9CM EXT	M2	220,99	R\$ 3,22	R\$ 711,59
ALV. C/TIJ 9X19X19 19CM INT/EXT	M2	96,55	R\$ 4,46	R\$ 430,33
ALV. C/TIJ 7X19X19 19CM INT	M2	20,96	R\$ 5,37	R\$ 112,56
FORMA DE JARREIRAS	M2	13,2	R\$ 5,91	R\$ 78,08
CONCRETO DE JARREIRAS	M3	0,81	R\$ 9,54	R\$ 7,73
CHAPISCO INTERNO	M3	543,2	R\$ 0,24	R\$ 131,24
TUB. E CONEX. PAREDE APTO P5	AP	4	R\$ 47,79	R\$ 191,16
TUB. E CONEX. PAREDE APTO P6	AP	4	R\$ 47,79	R\$ 191,16
TUB. E CONEX. PAREDE HALL TIPO	UN	2	R\$ 38,68	R\$ 77,36
VERGA E CONTRA VERGA INT	M2	67	R\$ 0,81	R\$ 54,50
VERGA E CONTRA VERGA EXT	M2	156	R\$ 0,81	R\$ 126,91
				R\$ 4.763,05
	QTD ADMITIDA PROFISSIONAIS			6,00
	DIAS DO CICLO DO PACOTE			20,00
	CUSTO TOTAL PROFISSIONAL ORÇAMENTO MINFORMATICA (Custo Total do Orçamento X Ciclo) / Quant. Profissionais)			R\$ 15.876,82

O custo total do profissional no orçamento da obra foi obtido através da multiplicação do custo total do orçamento que no estudo foi o valor de **R\$ 4.673,05** com a quantidade de dia do ciclo do pacote, que no orçamento foi considerado de **20 dias** dividido pela quantidade admitida de profissionais que no estudo foi de **6 profissionais** por ciclo.

Logo, o custo total foi no valor de $(R\$ 4.763,05 \times 20) / 6 = R\$ 15.876,82$

3.4.1.2. CUSTO DA MÃO-DE-OBRA PROFISSIONAL - PACOTE 2- ALVENARIA REALIZADO NA OBRA

Foram analisados 02 pavimentos tipos. O primeiro e o segundo pavimento na execução do pacote da alvenaria.

A tabela 2 apresenta a da planilha de custo da mão-de-obra por profissional realizado na obra dos serviços que compõem o pacote 2 do primeiro pavimento. A seguir tem-se a definição das partes componentes da tabela.

- Coluna Serviços: refere-se a todos os serviços que compõem o pacote 2.
- Coluna Unidade: apresenta a unidade da descrição na composição dos serviços da obra.

- Coluna Quantidade: refere-se à quantidade total do insumo no orçamento da obra.
- Coluna Custo orçamento unitário/ prof.: corresponde ao valor unitário do profissional por serviço pago pela obra.
- Coluna Prod/Prof: se refere a produtividade por profissional para cada serviço.
- Coluna Diária / Pavt: Corresponde a quantidade de diária de cada serviço por pavimento.
- Coluna Custo total realizado serviço: corresponde ao valor total do profissional por serviço (quantidade x custo unitário).

TABELA 2: CUSTO DA MÃO-DE-OBRA DOS PROFISSIONAIS POR PAVIMENTO REALIZADO NA OBRA - PACOTE 2 – ALVENARIA 1º PAVIMENTO.

FONTE: EMPRESA

SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO OBRA UNIT.	DIÁRIAS/PAVT	CUSTO TOTAL REALIZADO SERVIÇO
MARCAÇÃO DE ALVENARIA INT	M	314,24	R\$ 0,50	4,19	R\$ 157,12
MARCAÇÃO DE ALVENARIA EXT	M	149,7	R\$ 0,50	2,00	R\$ 74,85
ALV. C/ TIJ 9X19X19 9CM INT	M2	738,11	R\$ 2,00	35,15	R\$ 1.476,22
ALV. C/ TIJ 9X19X19 9CM EXT	M2	220,99	R\$ 2,00	10,52	R\$ 441,98
ALV. C/TIJ 9X19X19 19CM INT/EXT	M2	96,55	R\$ 3,20	9,62	R\$ 308,96
ALV. C/TIJ 7X19X19 19CM INT	M2	20,96	R\$ 4,30	2,09	R\$ 90,04
FORMA DE JARREIRAS	M2	13,2	R\$ 4,73	5,81	R\$ 62,41
CONCRETO DE JARREIRAS	M3	0,81	R\$ 7,63	0,06	R\$ 6,18
CHAPISCO INTERNO	M3	543,2	R\$ 0,19	2,95	R\$ 104,29
TUB. E CONEX. PAREDE APTO P5	AP	4	R\$ 20,00	2,00	R\$ 80,00
TUB. E CONEX. PAREDE APTO P6	AP	4	R\$ 20,00	2,00	R\$ 80,00
TUB. E CONEX. PAREDE HALL TIPO	UN	2	R\$ 10,00	2,00	R\$ 20,00
VERGA E CONTRA VERGA INT	M2	67	R\$ 0,65	1,22	R\$ 43,42
VERGA E CONTRA VERGA EXT	M2	156	R\$ 0,65	2,85	R\$ 101,09
RESUMO DO PAVIMENTO				82,46	R\$ 3.046,56
DIÁRIAS TOTAL DO PACOTE					82,46
DIAS DO CICLO DO PACOTE					20,00
QTD ADMITIDA PROFISSIONAIS					6,00
CUSTO TOTAL PACOTE / PROFISSIONAL - OBRA (Custo Total Realizado X Ciclo) / Quant. Prof.					R\$ 10.155,21
PRODUÇÃO POR PROFISSIONAL (POR PAVIMENTO) (Custo Total Realizado / Quant Prof.)					507,76
SALÁRIO MENSAL DO PROFISSIONAL DE R\$ 747,62 R\$ 127,62 DE PRODUÇÃO / MÊS					

O custo total do profissional no orçamento da obra foi obtido através da multiplicação do custo total realizado na obra foi o valor de **R\$ 3.046,56** com a quantidade de dia do ciclo do pacote, onde foi considerado de **20 dias** dividido pela quantidade admitida de profissionais que no estudo foi de **6 profissionais** por ciclo.

Logo, o custo total foi no valor de $(R\$ 3.046,56 \times 20) / 6 = \mathbf{R\$ 10.155,21}$

A tabela 3 apresenta a da planilha de custo da mão-de-obra por profissional realizado na obra dos serviços que compõem o pacote 2 do segundo pavimento. A seguir tem-se a definição das partes componentes da tabela.

TABELA 3: CUSTO DA MÃO-DE-OBRA DOS PROFISSIONAIS POR PAVIMENTO REALIZADO NA OBRA - PACOTE 2 – ALVENARIA 2º PAVIMENTO.

FONTE: EMPRESA

SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO OBRA UNIT.	PROD/PROF	DIÁRIAS/PAVT	CUSTO TOTAL REALIZADO SERVIÇO
MARCAÇÃO DE ALVENARIA INT	M	314,24	R\$ 0,53	75	4,19	R\$ 166,55
MARCAÇÃO DE ALVENARIA EXT	M	149,7	R\$ 0,53	75	2,00	R\$ 79,34
ALV. C/ TIJ 9X19X19 9CM INT	M2	738,11	R\$ 1,87	21	35,15	R\$ 1.376,58
ALV. C/ TIJ 9X19X19 9CM EXT	M2	220,99	R\$ 1,87	21	10,52	R\$ 412,15
ALV. C/ TIJ 9X19X19 19CM INT/EXT	M2	96,55	R\$ 3,85	10,04	9,62	R\$ 371,72
ALV. C/ TIJ 7X19X19 19CM INT	M2	20,96	R\$ 3,85	10,04	2,09	R\$ 80,70
FORMA DE JARREIRAS	M2	13,2	R\$ 3,14	2,27	5,81	R\$ 41,45
CONCRETO DE JARREIRAS	M3	0,81	R\$ 9,12	12,62	0,06	R\$ 7,39
CHAPISCO INTERNO	M3	543,2	R\$ 0,21	184,43	2,95	R\$ 114,07
TUB. E CONEX. PAREDE APTO P5	AP	4	R\$ 20,00	2	2,00	R\$ 80,00
TUB. E CONEX. PAREDE APTO P6	AP	4	R\$ 20,00	2	2,00	R\$ 80,00
TUB. E CONEX. PAREDE HALL TIPO	UN	2	R\$ 10,00	1	2,00	R\$ 20,00
VERGA E CONTRA VERGA INT	M2	67	R\$ 0,72	54,78	1,22	R\$ 48,24
VERGA E CONTA VERGA EXT	M2	156	R\$ 0,72	54,78	2,85	R\$ 112,32
RESUMO DO PAVIMENTO					82,46	R\$ 2.990,49
DIÁRIAS TOTAL DO PACOTE						82,46
DIAS DO CICLO DO PACOTE						20,00
QTD ADMITIDA PROFISSIONAIS						6,00
CUSTO TOTAL PACOTE / PROFISSIONAL - OBRA (Custo Total Realizado X Ciclo) / Quant. Prof.						R\$ 9.968,30
PRODUÇÃO POR PROFISSIONAL (POR PAVIMENTO) (Custo Total Realizado / Quant Prof.)						498,42
SALÁRIO MENSAL DO PROFISSIONAL DE R\$ 747,62 R\$ 127,62 DE PRODUÇÃO / MÊS						

O custo total do profissional no orçamento da obra foi obtido através da multiplicação do custo total realizado na obra foi o valor de **R\$ 2.990,49** com a quantidade de dia do ciclo do pacote, onde foi considerado de **20 dias** dividido pela quantidade admitida de profissionais que no estudo foi de **6 profissionais** por ciclo.

Logo, o custo total foi no valor de $(R\$ 2.990,49 \times 20) / 6 = \mathbf{R\$ 9.968,30}$

3.4.1.3. COMPARATIVO ENTRE O CUSTO DA MÃO-DE-OBRA DOS PROFISSIONAIS DO ORÇAMENTO E O REALIZADO NA OBRA.

A tabela 4 apresenta o comparativo de economia do custo da mão-de-obra orçada e o custo realizado na obra no primeiro pavimento do pacote da alvenaria. Foi verificado que a obra obteve uma redução de 36% no pavimento com relação ao valor orçado.

TABELA 4: COMPARATIVO DE CUSTO DA MÃO-DE-OBRA DO PACOTE 2 – ALVENARIA
ORÇAMENTO PREVISTO X REALIZADO NO PRIMEIRO PAVIMENTO
FONTE: EMPRESA

CUSTO TOTAL PROFISSIONAL ORÇAMENTO MINFORMATICA (Custo Total do Orçamento X Ciclo) / Quant. Profissionais)	R\$ 15.876,82
CUSTO TOTAL PACOTE / PROFISSIONAL - OBRA (Custo Total Realizado X Ciclo) / Quant. Prof.	R\$ 10.155,21
PERCENTUAL DE ECONOMIA	36%

A tabela 5 apresenta o comparativo de economia do custo da mão-de-obra orçada e o custo realizado na obra no segundo pavimento. Foi verificado que a obra obteve uma redução de 37% no pavimento com relação ao valor orçado.

TABELA 5: COMPARATIVO DE CUSTO DA MÃO-DE-OBRA DO PACOTE 2 – ALVENARIA
ORÇAMENTO PREVISTO X REALIZADO NO PRIMEIRO PAVIMENTO
FONTE: EMPRESA

CUSTO TOTAL PROFISSIONAL ORÇAMENTO MINFORMATICA (Custo Total do Orçamento X Ciclo) / Quant. Profissionais)	R\$ 15.876,82
CUSTO TOTAL PACOTE / PROFISSIONAL - OBRA (Custo Total Realizado X Ciclo) / Quant. Prof.	R\$ 9.968,30
PERCENTUAL DE ECONOMIA	37%

4. MELHORIAS ALCANÇADAS NO PROCESSO

Além da redução de custo, conforme demonstrado neste trabalho, foi possível verificar algumas melhorias com o estudo do novo formato de execução dos serviços na obra. Dentre elas, estão as seguintes:

- observou-se que a reorganização dos serviços em pacotes de serviço, desenvolvidos em função da sequência e tamanho dos ciclos, pode apresentar uma redução do custo de mão de obra. A diferença de custos obtida pode ser utilizada para a negociação de tarefas além de incentivos para as equipes de produção;
- redesenhando os serviços em pacotes enxutos, produzidos sobre o que o cliente interno (próxima etapa) realmente necessitará – conceito “puxar” - são reduzidos os volumes de estoques;
- considerando os fluxos de mão-de-obra em ciclos contínuos e ritmados, são facilitadas as flexibilizações das equipes, dos equipamentos e das informações, reduzindo os tempos de produção.

Provou-se a eficiência da aplicação da filosofia *Lean Construction* na execução dos serviços de uma obra, ficando confirmado que esta filosofia proporciona, através da transparência e da consistência das abordagens dadas à execução das atividades, uma redução no custo do produto, sem perder com isto a qualidade desejada.

Este estudo faz uma análise da ferramenta da construção enxuta, os serviços executados em forma de pacotes. Foi feito um comparativo apenas da mão-de-obra, e foi observado que houve uma redução com relação ao custo do orçamento executivo da obra, não deixando de comentar, que os processos construtivos incluem também estudos dos materiais utilizados nas composições, e no decorrer da obra, existe um acompanhamento constante da empresa nas composições que geraram os preços unitários dos serviços.

Em linhas gerais, a maior visibilidade conferida ao sistema de produção da obra foi apontada, pela direção da empresa, como a maior contribuição da implementação dos princípios da construção enxuta. De fato, a implantação dos serviços executados em forma de pacotes foi de grande importância, contudo, foi observado também que essa melhoria ajudou também no controle da obra, como por exemplo, o PPC. Houve também melhoria na logística do canteiro de obra, estoques menores de materiais, execução dos serviços em cada etapa evitando retrabalhos e observou-se uma obra limpa e organizada.

5. CONCLUSÃO

5.1. ANÁLISE GERAL

No desenvolvimento deste trabalho foram utilizados conceitos, princípios e técnicas relacionados à produção enxuta com o objetivo de consolidar a sua utilização na construção civil. Este trabalho teve como objetivo principal demonstrar que é possível conseguirmos reduzir o custo de uma obra quando implantamos novos métodos construtivos. Os procedimentos de aplicação das ferramentas estudadas, principalmente as ferramentas de construção enxuta, demonstram a importância para o sucesso da aplicação da mesma.

O estudo de caso confirmou os benefícios e necessidade de uma evolução tecnológica na construção civil. Com a implementação da “Construção Enxuta”, a obra ganhou em produtividade, diminuiu custos (materiais e mão-de-obra) e passou a ter uma maior assertividade no cronograma físico da obra, evitando custos desnecessários para os clientes.

Com a implementação da construção enxuta e os serviços controlados em forma de pacotes de serviços, os envolvidos no processo obtiveram um resultado mais rápido e mais assertivo com relação aos custos de mão-de-obra do orçamento, como também passaram a ter uma maior assertividade no cronograma físico da obra, evitando custos desnecessários para os clientes.

Observou-se que o processo de trabalho deve ter algumas mudanças para que seja feito com eficiência:

- O orçamento executivo e os quantitativos que geraram este orçamento devem ser liberados para a obra até o início da execução da obra, pois o orçamento é uma ferramenta que a obra possui para controlar os seus custos;
- A distribuição dos pacotes nos serviços deve estar compatível com a etapa de execução da obra.
- É necessário um treinamento do processo de trabalho para toda a equipe envolvida.
- Melhoria contínua no em todo processo construtivo.

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir da pesquisa realizada, pode-se propor um conjunto de temas para serem investigados no futuro:

- a) Analisar a interferência do custo direto da mão-de-obra levando em consideração o tempo de execução dos processos;
- b) Avaliar a viabilidade financeira considerando as atividades de fluxo e conversão sendo realizada pela mão-de-obra da empresa e dos empreiteiros, possibilitando assim um estudo mais criterioso dos tempos envolvidos.
- c) Fazer um comparativo de todos os custos dos pacotes de serviços (material e mão-de-obra).

6. REFERÊNCIAS

AVILA, A.V.; JUNGLES, A.E., **Técnicas de Planejamento na Construção Civil**. UFSC, Florianópolis/SC, 2000.

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

CAVALIERI, L. V. P. E. **Modelos de planejamento para redução do tempo do ciclo do pedido em obras civis**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina/Florianópolis, 2000.

CONSTRUQUALI, Programa. **Disponível em www.sebraeminas.com.br acesso em 13 de outubro de 2005**(data de publicação: 13/07/2006)

COUTINHO, Luciano; FERRAZ, João Carlos. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papirus; Editora Unicamp, 1994.

GEHBAUER, Fritz. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica brasil-alemanha**. Curitiba: Cefet-pr, 2002.

IBGE, **Pesquisa Anual Ind. Construção Civil**, Rio de Janeiro, 2001.

ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H. & ALVES, Thaís C.L. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

PALADINI, Edson P. **Qualidade Total na Prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**, 1ª ed, São Paulo: Editora Atlas, 1997.

PASQUALINI, F.; **Fluxo de valor na construção de edificações habitacionais: estudo de caso em uma Construtora de Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

ROSSETO, Carlos Ricardo. **Uma proposta para combinação do modelo de Porter e do modelo de referência do Instituto Alemão de Desenvolvimento (IAD) no estudo da competitividade sistêmica setorial.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 8. , 2001, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo, UNESP, 2001. Disponível <http://www.simpep.feb.unesp.br>. Acesso em 15 mai. 2002.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção,** São Paulo: The Lean Enterprise Institute, 2002.

ROTHER, Mike,; SHOOK, John, **Aprendendo a Enxergar (mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício),** 1ª ed, São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção.** Porto Alegre, Bookman, 1996.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle.** Porto Alegre, UFRGS, Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, 1993. Dissertação de mestrado

SOLANO, R.S. **Curva ABC de Fornecedores: uma contribuição ao planejamento, programação, controle e gerenciamento de empreendimentos e obras.** Porto Alegre. 1995. 105p. Dissertação não Defendida (Mestrado) - PPGEC, UFRGS.

SCHMITT, C. M. **O desenvolvimento da qualidade e da produtividade da indústria da construção civil no Rio Grande do Sul.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (XII : 1992 : São Paulo). Anais. São Paulo, SP: Universidade Paulista, 1992.

STABILE, M. **Técnica para elaboração de orçamento na construção civil.** Disponível em [www.informativosbc.com.br/ /agosto2002/20263309/elaboracaodeorcamentos.htm](http://www.informativosbc.com.br/agosto2002/20263309/elaboracaodeorcamentos.htm). Acesso em 01/04/08.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução.** São Paulo : Editora Pini, 2006.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A Mentalidade enxuta nas empresas – Lean Thinking.** São Paulo: Campus, 2004.