

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Avaliação do estágio de uma construtora de médio
porte segundo princípios do *Lean Manufacturing*
(*Lean Construction* – Construção Enxuta)**

PATRICK PIRES VIEIRA

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto

São Carlos

2013

Patrick Pires Vieira

**Avaliação do estágio de uma construtora de médio
porte segundo princípios do *Lean Manufacturing*
(*Lean Construction* – Construção Enxuta)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Engenharia de
São Carlos da Universidade de São Paulo
para a obtenção de título de Engenheiro de
Produção Mecânica.

Orientador: Professor Doutor Kleber Francisco Esposto

São Carlos

2013

RESUMO

VIEIRA, P. P. **Avaliação do estágio de uma construtora de médio porte segundo princípios do *Lean Manufacturing (Lean Construction – Construção Enxuta)***. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2013.

Problemas do modelo tradicional de produção na construção civil, nas áreas de planejamento, gerenciamento e controle, levam a processos produtivos fragmentados e pouco transparentes. Ao analisar os diferentes tipos de obras no setor da construção civil, pode-se identificar a recorrência de inúmeras características problemáticas, tanto produtivas como gerenciais, que geram um elevado percentual de desperdícios, baixa produtividade e altos custos. Neste contexto, uma nova mentalidade surgiu, em que conceitos, técnicas e princípios da filosofia *Lean*, passaram a ser adaptados e aplicados na construção civil em busca de melhorias. Entretanto, ainda são poucas as construtoras brasileiras que fazem uso dessa nova forma de pensar, conhecida como Construção Enxuta (*Lean Construction*) a partir dos princípios do *Lean Manufacturing*. Diante disso, o presente trabalho visa estudar as diretrizes da construção enxuta e avaliar o estágio de aplicação dos conceitos *lean* em uma construtora de médio porte. Para a análise, foi realizado um estudo de caso aplicado em duas obras distintas da construtora com o intuito de identificar a presença dos princípios da Construção Enxuta definidos por Lauri Koskela. Com base no estudo de caso realizado foi possível verificar que os princípios da Construção Enxuta ainda não estão consolidados na cultura da empresa, apesar da adoção de muitas práticas relacionadas ao tema.

Palavras-chave: Filosofia *Lean*, Construção Civil, Construção Enxuta.

ABSTRACT

VIEIRA, P. P. *Analyze of stage of midsize construction according to principles of Lean Manufacturing (Lean Construction)*. Thesis of Course Conclusion. Engineering School of São Carlos – University of São Paulo, 2013.

The Problems of traditional construction model in the fields of planning, management and control lead to a broken production process, with low transparency and high variability. When different types of construction are analyzed, is possible to identify production and management problematic characteristics that generate a high percentage of waste, low productivity and high costs. In this context, a new mentality emerged, in which concepts, techniques and principles of Lean philosophy, have been adapted and applied in construction in search of improvements. However, there are few Brazilian construction companies that make use of this new way of thinking, known as Lean Construction. Thus, the present work aims to study the guidelines of lean construction and diagnose the maturity of the application of lean concepts in a mid-sized construction company. For the analysis, was conducted a case study applied to two distinct works of construction in order to identify the presence of the principles of Lean Construction defined by Lauri Koskela. Based on the case study we found that the principles of Lean Construction are not consolidated into the company culture, despite the adoption of many practices related to the topic.

Keywords: *Lean Thinking, Construction, Lean Construction.*

Sumário

1. Introdução	7
1.1. Contextualização e Justificativa	7
1.2. Objetivo Geral e Objetivos Específicos	8
1.3. Estrutura do trabalho	9
1.4. Delimitação do Trabalho	9
2. Revisão bibliográfica	11
2.1. Produção Enxuta	11
2.1.1. Origem da Produção Enxuta	11
2.1.2. Conceitos da Produção Enxuta	12
2.1.3. Mentalidade Enxuta	14
2.1.4. Desperdícios da Produção Enxuta	17
2.1.5. Pilares de Sustentação da Produção Enxuta	20
2.1.6. Ferramentas para a Produção Enxuta	22
2.2. Construção Enxuta	29
2.2.1. Conceitos da Produção Enxuta	29
2.2.2. Características do setor da Construção Civil	31
2.2.3. Gestão Tradicional da construção e a Construção Enxuta	32
2.2.4. Princípios da Construção Enxuta	35
2.2.5. Desperdícios da Construção Enxuta	42
2.2.6. Sistema <i>Last Planner</i>	42
2.2.7. Práticas de Produção Enxuta aplicadas em obras	46
3. Metodologia de Pesquisa	50
3.1. Caracterização da Pesquisa	50
3.2. Critérios analisados e instrumento de coleta de dados	51
3.3. Metodologia de comparação	52
3.4. Empresa avaliada	53

3.4.1. Descrição das obras visitadas	54
3.5. Empresas referência em Construção Enxuta.....	55
4. Análise e Discussão dos Resultados	57
4.1. Avaliação dos resultados da Empresa.....	57
4.2. Análise Comparativa	70
5. Conclusão	73
6. Referências.....	75
Apêndice	80

1. Introdução

1.1. Contextualização e Justificativa

O setor da construção civil no Brasil passa por um período de crescimento virtuoso e constante e cada vez mais se posiciona como um setor de grande importância para a economia, sendo um dos principais agentes impulsionadores da economia e do desenvolvimento do país. O Gráfico 1.1 ilustra bem o crescimento do setor a partir do ano 2000. No entanto, apesar de sua importância, a construção civil tem sido alvo de críticas em decorrência principalmente do elevado percentual de desperdícios, baixa produtividade e altos custos.

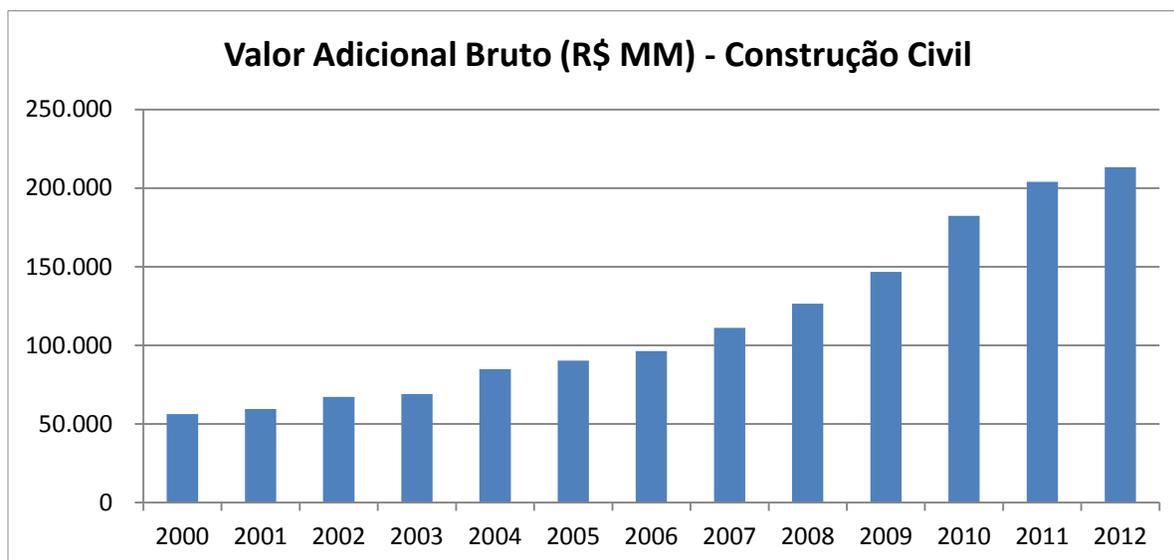


Gráfico 1.1 – Valor Adicional Bruto (a preços básicos) da Construção Civil
(Fonte: IBGE - Sistemas de Contas Nacionais)

Os altos custos e os extensos prazos das obras, associada a uma maior exigência dos clientes quanto à qualidade das edificações, têm feito que os agentes de

mercado voltem sua atenção à implantação de novos métodos gerenciais e à utilização de novas filosofias de produção.

Neste contexto, um novo referencial teórico vem sendo construído para a gestão de processos na construção civil 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* (Construção Enxuta), por estar fortemente baseado no paradigma da *Lean Production* (Produção Enxuta). A Construção Enxuta é uma filosofia que prioriza a eliminação das atividades que não agregam valor ao longo do fluxo de produção de uma edificação, ao mesmo tempo em que proporciona uma visão holística dos empreendimentos.

De uma maneira geral, o conceito *Lean* é recente no panorama brasileiro. A abordagem segundo a Construção Enxuta nas obras de construção nacionais é ainda desconhecida em muitas regiões. Cada vez mais os projetos desenvolvem-se com grande dinamismo, ou seja, complexidade, rapidez e incerteza, sob um cenário de crescente competitividade, o que torna imperativo um maior rigor e melhor coordenação da produção. Assim, a Construção Enxuta surge como um novo paradigma da gestão da construção a nível global (HOWELL, 1999 *apud* PENEIROL, 2007).

1.2. Objetivo Geral e Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivo avaliar o estágio de aplicação dos princípios da Construção Enxuta em uma construtora de médio porte situada no Estado de Goiás. Para alcançar o objetivo geral, algumas ações intermediárias foram tomadas como objetivos específicos:

- Consolidação da base conceitual referentes à Construção Enxuta;
- Identificação das oportunidades de melhoria no setor da construção civil;
- Determinação de uma metodologia para realização do diagnóstico;

- Realização de um estudo de caso através de entrevistas e visitas aos canteiros de obras para coleta de dados;
- Análise dos resultados obtidos, comparação com construtoras referências em Construção Enxuta, e proposição de melhorias.

1.3. Estrutura do trabalho

Além deste capítulo, que promove as principais propostas deste trabalho discutidas nos objetivos gerais e nos objetivos específicos, este estudo contém outros quatro capítulos.

No segundo capítulo é abordado o referencial teórico que é constituído pelos principais conceitos que deram origem à Construção Enxuta e a sua adaptação nos canteiros de obras.

No terceiro capítulo é apresentado um plano de trabalho em que se destacam as atividades que serão realizadas para se atingir o objetivo final deste estudo.

Em seguida, no quarto capítulo, é efetuada uma análise e discussão dos resultados obtidos nos estudos de caso e comparação com construtoras referências na aplicação de princípios da filosofia *Lean*.

Finalmente, no quinto capítulo, são apresentadas as principais conclusões sobre as disposições apresentadas nos capítulos anteriores. É feita a avaliação dos objetivos e são apontadas as limitações do estudo. Também se enuncia perspectivas de pesquisa e desenvolvimento

1.4. Delimitação do Trabalho

Os resultados obtidos no estudo de caso realizado neste trabalho não podem ser generalizados uma vez que estão delimitados pelos seguintes fatores:

- Restringe-se a uma única empresa e a duas de suas obras;

- Resultados baseados nas percepções e interpretações do pesquisador e dos entrevistados;
- Resultados com dificuldade de validação.

Vale ainda ressaltar que a empresa analisada não possui uma gestão centrada nos princípios da Construção Enxuta. Diante disso, o que se propôs, no estudo de caso, foi identificar a presença na empresa de práticas condizentes com os princípios dessa teoria.

2. Revisão bibliográfica

Neste capítulo é fornecida uma revisão bibliográfica sobre Produção Enxuta (origem, princípios, mentalidade, desperdícios, pilares e ferramentas) e a aplicação dos conceitos desta filosofia à construção civil.

A revisão bibliográfica foi feita com consulta de diversas publicações e artigos científicos sobre Produção Enxuta e Construção Enxuta.

2.1. Produção Enxuta

2.1.1. Origem da Produção Enxuta

O conceito e as técnicas de Produção Enxuta adotadas pelas organizações atuais surgiram no Japão a partir do final da década de 1940, resultantes da escassez de recursos (materiais, financeiros, humanos e de espaço físico) e da intensa competição do mercado automobilístico daquela época. O então presidente da Toyota, Eiji Toyoda, e o engenheiro Taiichi Ohno estudaram os sistemas de produção de Taylor e Ford, adaptaram os conceitos destes para a realidade japonesa da época e aplicaram novas abordagens para a produção industrial, o que acabou resultando, na prática, no chamado Sistema Toyota de Produção (STP).

Segundo Liker (2005), a Toyota buscava um sistema de produção que a auxiliasse a produzir muitos modelos de automóveis em pequenas quantidades e somente quando solicitados, pois assim seriam evitados gastos antecipados e, também, a produção de produtos que os consumidores talvez nem quisessem. Para tanto, foi preciso aumentar a eficiência da produção e, conseqüentemente, eliminar todo tipo de desperdício, sendo a chave para suas operações a flexibilidade.

Diante disso, o objetivo do Sistema Toyota de Produção era reduzir os estoques finais e intermediários por meio de pequenos lotes de produção e uma alta quantidade de entregas e transporte (SHINGO, 1996). Com a responsabilidade dos trabalhadores em identificar e em corrigir defeitos, tornou-se necessário resolver os problemas ao

invés de permitir que os produtos defeituosos chegassem até o final da linha de produção.

De acordo com Womack *et al.* (1990) outro sistema criado pela Toyota foi a nova maneira de coordenar o fluxo de materiais dentro do sistema de fornecimento diário de suprimentos, o *Just in Time* (JIT), que é um dos pilares do STP juntamente com a autonomia. Nesse sistema foi estabelecido que as partes fossem produzidas apenas quando a próxima etapa as requisitasse, reduzindo os estoques entre os processos.

O sistema de produção e gerenciamento desenvolvido na Toyota foi o resultado de esforços de tentativa e erro para competir com a produção em massa já estabelecida nas indústrias de automóvel americanas e europeias (SHINGO, 1996). Através dele a Toyota conseguiu eliminar as ineficiências nas atividades de processamento, inspeção, transporte e estocagem no seu sistema produtivo.

O sistema de produção adotado pela Toyota é conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP), que hoje conhecemos por *Lean Production System* que significa Sistema de Produção Enxuta. O significado da palavra enxuto do inglês (*lean*) foi utilizado para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança.

O interesse nas ideias do Sistema Toyota de Produção surgiu principalmente pelo alto grau de competitividade que ele oferecia. Através da análise das atividades envolvidas no processo, era possível identificar as diferenças entre desperdício e valor, a partir da ótica de clientes e usuários convencionais (KOSKELA, 2004).

2.1.2. Conceitos da Produção Enxuta

Uma das principais características da Produção Enxuta é a redução de perdas em todo o processo de produção. Perdas são vistas como qualquer ineficiência que leva ao uso de equipamentos, materiais e mão-de obra em quantidades maiores do

que as necessárias para a produção de um produto. Estas perdas podem ser tanto desperdício de materiais quanto execução de tarefas desnecessárias que levam a custos adicionais e a atividades que não agregam valor.

Segundo Womack *et al.* (1990), o termo enxuto é adotado porque são utilizados menos recursos em comparação com a produção em massa, ou seja, metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço para a fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto e na metade do tempo. Ainda segundo os mesmos autores, os produtores da Produção Enxuta buscam sempre a perfeição; neste caso, reduzindo continuamente custos, buscando zero defeito, zero estoque e uma variedade de produtos infinita. Desta feita, a Produção Enxuta é uma forma de especificar valor de um produto, estabelecendo uma sequencia ótima de ações que agreguem valor a esse produto, realizando as atividades sem interrupções e de maneira mais eficiente e eficaz possível.

Entenda-se eficiência como a boa utilização dos recursos na perseguição de um objetivo, e eficácia como a habilidade de gestão para estabelecer as metas corretas e as estratégias apropriadas para alcançá-las. O sistema de engenharia distingue estes dois conceitos como “fazer as coisas bem” e “fazer as coisas certas” respectivamente.

A Produção Enxuta combina as vantagens do processo artesanal com a produção em massa, enquanto evita as desvantagens do alto custo da produção artesanal e a rigidez da produção em massa. Ela trabalha otimizando o uso das habilidades da força de trabalho, dando aos trabalhadores mais de uma tarefa, integrando trabalhos diretos e indiretos e encorajando a realização de atividades para a melhoria contínua. Como resultado, a Produção Enxuta pode produzir uma ampla variedade de produtos, a baixos custos e com alta qualidade, com menos recursos em cada entrada em comparação com a produção em massa tradicional (DANLBAAR, 1997).

Na Produção Enxuta sempre há espaço para melhorias, que não estão presentes apenas em novas máquinas, mas em melhorias das movimentações manuais, novo *layout* ou novas economias no uso de materiais. A melhoria contínua (*kaizen*) se refere particularmente a melhorias que são sugeridas por trabalhadores individuais, assim como em reuniões de pequenos grupos de trabalhadores. (DANLBAAR, 1997).

Rentes (2000) define Produção Enxuta como sendo um conjunto de princípios que visam eliminar diferentes tipos de desperdícios durante a produção de bens ou serviços, buscando atender as necessidades reais dos clientes, gerando produtos e serviços a um menor custo e melhor qualidade.

2.1.3. Mentalidade Enxuta

A Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*) é uma filosofia que surgiu com base no Sistema Toyota de Produção. Essa filosofia detalha as atividades básicas envolvidas no negócio identificando o que é valor e o que é desperdício sob a ótica dos clientes.

Womack e Jones (1998) definem a Mentalidade Enxuta como sendo a 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 realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em suma, a mentalidade é enxuta 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.

Consoante Womack e Jones (1998), são cinco os princípios da Mentalidade Enxuta: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição. Esses princípios são considerados os mais amplos e bastante aplicados em diversos setores industriais (PICCHI, 2003).

1. Valor: A princípio, deve-se entender o que é valor na perspectiva do cliente, pois este princípio é o ponto de partida para aplicação de todos os demais

princípios da Produção Enxuta. Essa identificação inclui determinar exatamente quais características do produto e serviços associados ao mesmo, o cliente está disposto a pagar. Esta é a referência para a identificação de desperdícios, definidos como tudo aquilo que não agrega valor, servindo de base para a aplicação dos demais princípios.

2. Fluxo de Valor: A empresa não deve enxergar suas atividades pontualmente, mas sim o fluxo de valor como um todo, desde a criação do produto até a venda final (aliás, inclusive, até o pós-venda). O fluxo de valor identifica todos os passos necessários para executar o produto sendo a técnica chave para a sua determinação o mapeamento, pois ajuda a analisar e a sistematizar a definição de valor na perspectiva do cliente, e a perceber quais as atividades que são dispensáveis no sistema por não contribuírem para a agregação de valor.
3. Fluxo Contínuo: Devem-se realizar todas as atividades que agregam valor sem interrupções, eliminando os desperdícios e reduzindo os tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques. Seguindo este raciocínio pode-se dizer que o conceito de fluxo é fundamental dentro da filosofia *Lean*. Sua implantação resulta, por exemplo, na utilização de produção celular, onde a produtividade é alta, devido ao uso de conceitos tais como: fluxo de uma peça, operadores multifuncionais, e ritmo padronizado e controlado.
4. Produção Puxada: Permite inverter o fluxo produtivo, as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor (desovando estoques) através de descontos e promoções. O cliente (interno ou externo) passa a Puxar o Fluxo de Valor no momento certo, reduzindo os desperdícios e a necessidade de

estoques e valorizando o produto. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, conectam-se os processos através de sistemas puxados.

5. Perfeição: A Perfeição deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos nos fluxos de valor; quanto mais se analisa o fluxo de produção, mais melhorias é possível realizar. A busca pelo aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa em processos transparentes, em que todos os membros da cadeia tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de se criar valor.

Pretendendo cobrir não só os aspectos técnicos da Produção Enxuta, mas também os aspectos estratégicos de pensamento em larga escala, Liker (2005) apresentou 14 princípios do modelo Toyota que foram divididos em quatro categorias conforme o Quadro 2.1 para facilitar a compreensão.

Quadro 2.1 – Resumo Executivo dos 14 Princípios do Modelo Toyota (LIKER, 2005, pp, 55-58).

FILOSOFIA
1. Fundamentar as decisões de gestão em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.
PROCESSO
2. Criar o fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.
3. Usar sistemas puxados para evitar a superprodução.
4. Nivelar a carga de trabalho (<i>heijunka</i>).
5. Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa.
6. Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários.
7. Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.
8. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.

PESSOAL E PARCEIROS
9. Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros.
10. Desenvolver pessoas e equipes excepcionais e que sigam a filosofia da empresa.
11. Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS
12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (<i>Gemba</i>).
13. Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as ações; implementá-las com rapidez.
14. Tornar-se de uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (<i>hansei</i>) e da melhoria contínua (<i>kaizen</i>).

Estes 14 princípios divididos nas quatro categorias por ele propostas resultam em um conjunto de conceitos, métodos e ferramentas que possibilitaram o sucesso obtido pela Toyota. Conceitos e filosofias que podem ser amplamente aplicados em empresas dos mais variados setores e de diferentes tipologias de produção (LIKER, 2005).

2.1.4. Desperdícios da Produção Enxuta

Todo sistema baseado na Mentalidade Enxuta visa eliminar todo o desperdício, isto é, toda a atividade que absorve recursos e não agrega valor na ótica do cliente, que pode ser excesso de produção, movimento, transporte, estoque, espera, atividades desnecessárias e defeitos.

De acordo com Hines e Taylor (2000), as atividades de um sistema produtivo podem ser classificadas da seguinte forma:

- Atividades que agregam valor (AV): atividades que agregam valor aos olhos do cliente final, atividades pelas quais o cliente está disposto a pagar.
- Atividades necessárias, mas que não agregam valor: atividades que não agregam valor aos olhos do cliente final, mas que são imprescindíveis para a execução das atividades que agregam valor.

- Atividades que agregam valor (AV): atividades que não agregam valor aos olhos do cliente final e que são desnecessárias, ou seja, são atividades que geram desperdícios e, portanto, devem ser eliminadas.

Ainda nesse sentido, os autores acrescentam que, segundo pesquisas realizadas em empresas de manufatura que não sejam de classe mundial, as três atividades acima foram encontradas nas seguintes proporções:

- 5% de atividades que agregam valor;
- 35% de atividades necessárias, mas que não agregam valor;
- 60% de atividades que não agregam valor.

Segundo a filosofia da Produção Enxuta, para melhorar a eficiência da empresa e reduzir os custos, o ganho advém da redução e eliminação das atividades que não agregam valor, responsáveis pela geração de desperdícios. Enquanto isso, as empresas com enfoque tradicional, com sistema de produção em massa, procuram reduzir os desperdícios nas atividades que agregam valor, não obtendo sucesso devido a baixa porcentagem que essas representam no todo.

Os desperdícios das atividades que não agregam valor vêm sendo classificados por diferentes autores em sete categorias distintas:

1. Superprodução: Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque, consumo desnecessário de matéria prima e com os custos de transporte e capital parado devido ao estoque excessivo. De forma a evitar o excesso de produção, deve produzir-se o estritamente necessário, com a antecipação e nos tempos necessários.
2. Espera (tempo sem trabalho): Tempo em que operadores ou máquinas ficam parados aguardando itens requeridos para completar uma tarefa

(informações, materiais, suprimentos, documentos, assinaturas, etc), resultando em longos *lead-times*. Para reduzir os problemas das esperas pode-se adoptar a manutenção preventiva, sequenciar e planejar a produção para reduzir mudanças de ferramentas.

3. Transporte excessivo: Movimento de estoque por longas distâncias ou movimentação excessiva de pessoas, informações, materiais e peças para dentro ou fora do estoque ou entre os processos, que pode ser causada por um *layout* mal planejado.
4. Superprocessamento ou processamento incorreto: Produção de itens com qualidade superior a necessária e ao processamento incorreto, ao uso de ferramentas inadequadas, ou a um projeto mal feito, ou ainda à realização de passos desnecessários para o processamento do item. Para se minimizar o efeito deste tipo de desperdício deve apostar-se na padronização do trabalho e na elaboração de instruções de trabalho claras.
5. Excesso de estoque: Excesso de matérias primas, inventários em processo e produtos acabados, resultando *lead-times* longos, obsolescência, produtos danificados, custo de transportes e de armazenagem e atrasos. Além disso, o excesso de estoque oculta problemas, como desbalanceamento de produção, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de *setup*. O planejamento das necessidades de material e a adoção do *just-in-time* são algumas das formas de reduzir este tipo de desperdícios.
6. Movimento desnecessário: Movimentos inúteis que os funcionários têm de fazer durante o trabalho, como pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc.

7. Defeito: Problemas nas folhas de processos e de má qualidade dos produtos, incluindo peças, o que leva a necessidade de retrabalho ou descarte. Para se evitar a ocorrência deste tipo de desperdício, deve-se focalizar na melhoria da qualidade do produto/serviço, elaborar instruções de trabalho adequadas e ter um bom controle interno.

Percebe-se que, a partir de então, desperdícios passam a ser entendidos como qualquer atividade que absorve recursos, mas não agrega valor ao produto final.

2.1.5. Pilares de Sustentação da Produção Enxuta

Para se conseguir a melhor qualidade, com o menor custo e no menor tempo (*lead time*) possível, ou seja, para chegar ao “topo”, o Sistema Toyota de Produção, Produção Enxuta, sustenta-se em dois “pilares”, o *Just in Time* (JIT) e a Automação (*Jidoka*), e outros componentes essenciais do sistema. Tudo isso, enquanto garante um ambiente de trabalho em que a redução das perdas e a preocupação e o desenvolvimento da equipe de trabalho constituem-se em elementos chave para a melhoria contínua.

Tudo isso é ilustrado em um diagrama conhecido como “Casa do STP”, um sistema baseado em uma estrutura. Segundo Liker (2005), o diagrama é apresentado no modelo de casa, porque a casa só é forte se o telhado, as colunas e as fundações são fortes. Apesar das diferentes versões da casa, os princípios fundamentais retratados no parágrafo anterior não se alteram. A Figura 2.1 ilustra esse diagrama.

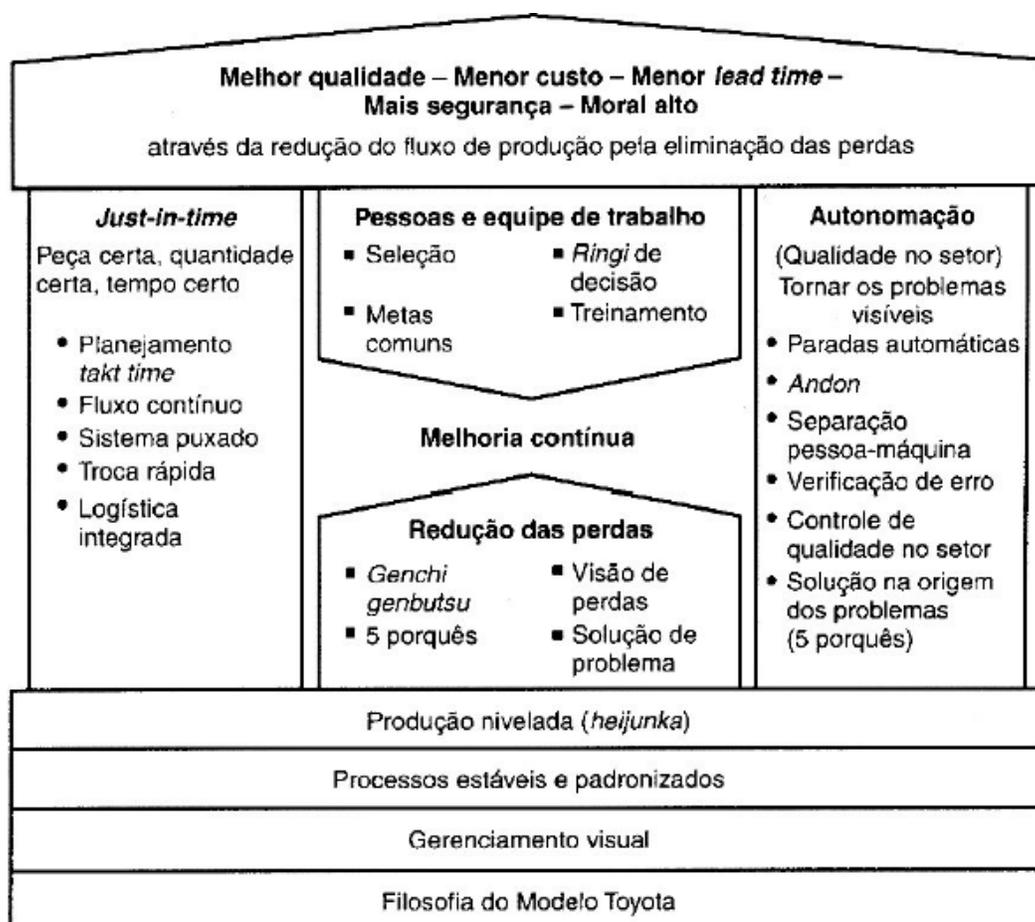


Figura 2.1 – Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2005, p. 51).

Cada elemento da casa por si só já é crítico, mas o mais importante é o modo como esses elementos reforçam uns aos outros. Merecem destaque os dois pilares, o *Just in Time* e a Autonomia.

O pilar de sustentabilidade *Just in time* define-se como uma técnica de gestão que estabelece que o fornecedor atenda seu cliente produzindo exatamente o produto certo, na quantidade certa, no momento certo (GHINATO, 2000). O sucesso do JIT depende, entre outros fatores, de uma mão-de-obra altamente motivada e multifuncional, além de uma cultura focada na qualidade.

Com o JIT, a ordem do processo produtivo foi invertida e os clientes passaram a “puxar” a produção, fazendo com que cada processo só produzisse o que fosse demandado pelo processo subsequente, possibilitando uma produção em fluxo contínuo, ou seja, sem paradas, sem estoques ou com estoques mínimos e controlados - chamados de supermercados (OHNO, 1997). Para operacionalização do JIT foi desenvolvido o método *kanban*, quadro de sinalização com cartões, com o objetivo de indicar o que, quanto e quando era necessário produzir.

O segundo pilar *Jidoka* é um sistema de transferência de inteligência humana para máquinas automáticas, de modo que sejam capazes de detectar o processamento de qualquer anormalidade parar a produção e acionar um alarme. Conhecendo-se não somente o problema, mas o seu motivo é possível solucioná-lo efetivamente e estabelecer padrões para que não volte a ocorrer buscando, portanto, a qualidade assegurada. Isso permite a um único operário controlar várias máquinas sem correr risco de produzir grandes quantidades de peças defeituosas (WOMACK; JONES, 2003). Para Ghinato (2000), o *poka-yoke* é um mecanismo de detecção de erros ou defeitos, que boqueia as principais interferências na execução da operação. Ele é um recurso utilizado que aponta ao operador (ou à máquina) a maneira adequada de realizar uma determinada operação.

Embora o JIT e a Automação sejam considerados os pilares do STP, ambos só são possíveis porque são sustentados pela ideia de melhoria contínua e de trabalho padronizado.

2.1.6. Ferramentas para a Produção Enxuta

Com o objetivo de identificar e eliminar os desperdícios do processo produtivo para aumentar a sua eficiência, foi desenvolvida, por meio de “tentativas e erros”, uma série de técnicas e ferramentas ao longo dos anos que resultaram no Sistema Toyota de Produção. Hoje, já existem várias adaptações para a aplicação dessas ferramentas fora dos ambientes de manufatura como, por exemplo, na construção civil.

Tradicionalmente, têm-se oito delas como sendo as principais. São elas:

1. Mapeamento do Fluxo de Valor

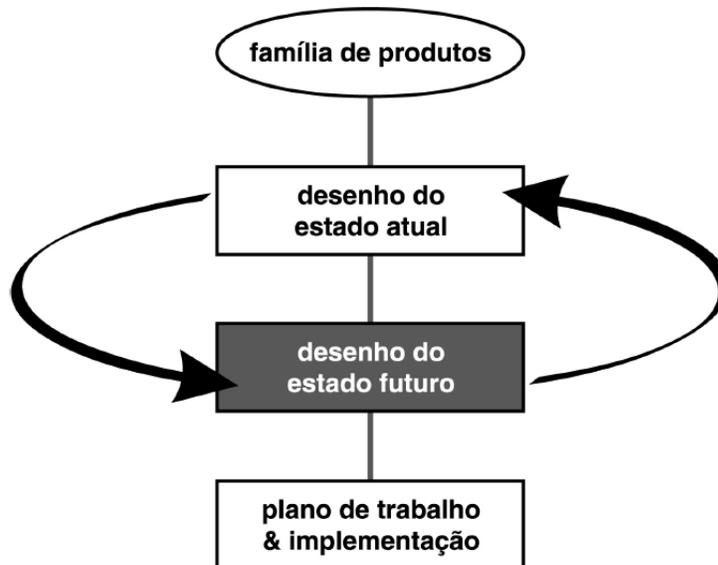
O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma técnica que permite representar claramente todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor, auxiliando na compreensão da agregação de valor, desde o fornecedor até o consumidor (ROTHER; SHOOK, 2003).

Com o intuito de demonstrar as melhorias, o mapeamento do fluxo de valor é feito em diferentes momentos. Portanto, temos o mapeamento do estado atual, o mapeamento do estado futuro e o mapeamento do estado ideal.

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) torna possível identificar e eliminar os desperdícios encontrados ao longo do fluxo produtivo. Exemplo destes desperdícios podem ser tempos de espera elevados, excesso de inventário entre processos, movimentação desnecessária, entre outros (ROTHER; SHOOK, 2003).

O mapeamento do fluxo de valor é dividido em três etapas, como pode ser visto na Figura 2.2, em que:

- Primeira etapa: selecionar uma família de produto que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos similares em seus processos;
- Segunda etapa: desenhar o estado atual e futuro, o que é feito a partir da coleta de informações no chão de fábrica.
- Terceira etapa: preparar um plano de implementação de todas as melhorias identificadas no estado atual descrevendo o que fazer para que se atinja o estado futuro desenhado, a fim de reduzir as ações que não agregam valor. Para a implantação das melhorias podem ser utilizados eventos *kaizens*.



Fonte: Rother e Shook (2003).

Figura 2.2 - Etapas básicas do mapeamento do fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003).

Tendo a visão do estado atual, Rother e Shook (1999) propuseram sete recomendações que devem ser seguidas para o desenho do estado futuro:

- Produzir de acordo com o *takt time*;
- Desenvolver fluxo contínuo onde possível;
- Usar supermercados para controlar a produção onde não é possível criar fluxo contínuo;
- Tentar enviar a programação do cliente para apenas um processo;
- Distribuir a produção de produtos diferentes ao processo puxador de maneira uniforme no decorrer do tempo;
- Liberar e retirar um incremento de trabalho pequeno e uniforme no processo puxador;
- Desenvolver a habilidade de fazer “toda parte todo dia” nos processos anteriores ao puxador.

2. Fluxo Contínuo

Conforme referenciado anteriormente, Womack e Jones (1996) definem que um dos cinco princípios da Produção Enxuta é a criação de fluxos contínuos. Produzir em fluxo contínuo significa que deve realizar todas as atividades que agregam valor sem interrupções, eliminando os desperdícios e reduzindo os tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques.

Idealmente, deve-se produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte sem nenhuma parada (e muitos outros desperdícios) entre eles (ROTHER; SHOOK, 2003). Uma alternativa para isso é adotar o *layout* celular, alinhando fisicamente os processos na sequência que produzirá o que for solicitado pelo cliente no menos período de tempo.

A adoção do *layout* celular facilita o fluxo contínuo, ele ajuda a eliminar os departamentos e criar células de trabalho agrupadas por produtos e não por processos (LIKER, 2005). A produção em fluxo permite eliminar a superprodução e o estoque, produzindo de acordo com o ritmo do cliente.

3. Produção Puxada (Kanban)

Outro princípio da Produção Enxuta afirma que onde não for possível criar fluxo contínuo deve-se conectar os sistemas por produção puxada. Na Produção Enxuta, puxar significa o estado ideal do *Just in Time*: atender o cliente produzindo exatamente o produto certo, na quantidade certa e no momento certo. Sendo assim, é necessário o mínimo de estoque entre os processos; e isso é feito, frequentemente, por meio de um sistema baseado em *Kanbans* (ROTHER; SHOOK, 2003).

kanban é uma palavra japonesa cuja tradução é “registro ou cartão de sinalização” e sua função principal é controlar os fluxos de produção. Esta ferramenta é usada essencialmente para controle de estoques, encomendas e entregas de matéria-prima, controlando a quantidade e o instante em que um novo pedido deve ser

efetuado. Usualmente utiliza-se um cartão que age como o “disparador” da produção, coordenando a produção de acordo com a demanda dos produtos finais.

4. “5S”

O “5S” é uma técnica que tem como principal objetivo organizar o local de trabalho visando aumentar a produtividade e eliminar as perdas que contribuem para a ocorrência de erros, defeitos e acidentes de trabalho. De acordo com Womack e Jones (2003), o “5S” refere-se a cinco palavras japonesas iniciadas com a letra S:

- Seiri (Senso da utilização): Classificar os itens de uma operação, descartar o que for desnecessário, para manter apenas o que realmente é usado naquele local.
- Seiton (Senso da organização): Ter um lugar definido e único para cada item classificado como necessário e mantê-lo no lugar.
- Seiso (Senso da limpeza): Criar uma rotina de limpeza e inspeção que auxilia a expor condições anormais e falhas que, potencialmente, acarretarão em baixa qualidade e quebras de equipamentos.
- Seiketsu (Senso da padronização): Elaborar regras e procedimentos (se possíveis visuais) para manter e controlar os três primeiros “S”.
- Shitsuke (Senso da autodisciplina): O mais difícil de implantar. Criar um senso de autodisciplina para manter um ambiente de trabalho estável e favorável à melhoria contínua.

A utilização do “5S”, além de deixar o ambiente mais limpo e organizado, é fundamental nos sistemas de produção puxada por permitir um maior controle visual das atividades executadas possibilitando a identificação mais rápida de problemas que possam interferir no fluxo contínuo de produção da empresa (LIKER, 2005).

5. Trabalho Padronizado

A padronização é uma indispensável ferramenta gerencial, porque sem a devida padronização das atividades e disciplina para segui-las, qualquer melhoria estará sujeita a retrocessos.

O trabalho padronizado consiste, basicamente, no estudo do trabalho de um operador, o que envolve a busca para desenvolver procedimentos para produzir produtos que atendam a demanda dos clientes, a sequência das atividades que o operador deve obedecer para atender a essa taxa e na avaliação da quantidade de estoque em processo que se pode ter nesse conjunto de atividades (ALMEIDA, 2006).

A ferramenta de padronização das atividades tem como objetivo assegurar altos níveis de qualidade e produtividade uma vez que o resultado final é a obtenção e reprodução sistemática de uma “melhor prática” para a atividade.

Segundo Formoso (2000), esta é uma ferramenta essencial no ramo da construção, afinal os processos tendem a ser mais extensos e, portanto, apresentam maior variabilidade de formas para executá-lo. Isso torna necessário um estudo sobre as boas formas de realizar as atividades com o intuito de estabelecer os padrões das operações.

6. Redução dos Tempos de Setup (SMED)

Kannenbergh (1994) define o tempo de *setup* como sendo a soma de todos os tempos das atividades necessárias entre se parar de produzir um produto específico e produzir outro. Tais atividades podem ser: parar produção, retirar, preparar, posicionar, fixar, ajustar, aprovar, liberar e reiniciar produção.

Para Shingo (1996), o tempo de *setup* deve ser o menor possível e devemos buscar este tempo para apenas um dígito de minuto, o que ficou conhecido como *Single Minute of Die* (SMED). Para isso, Shingo considera dois tipos de *setup*: o *setup* interno, que consiste de operações que podem ser executadas somente quando a

máquina estiver parada, e o *setup* externo, que se refere a operações que devem ser concluídas enquanto a máquina estiver funcionando.

Após a separação das operações de *setup* internas e externas, busca-se converter *setup* interno em *setup* externo e, por fim, a eliminação dos processos de ajustes de equipamentos e trocas de ferramentas, atividades que não agregam valor.

O principal benefício da redução do *setup* é a maior flexibilidade na programação da produção, pois essa técnica permite a produção em pequenos lotes já que contribui para a redução do tempo de processamento de produtos.

7. Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total (MPT) é um conceito de manutenção industrial que tem sido largamente utilizado pelas indústrias como uma arma estratégica para a melhoria do desempenho da organização.

Para que as ações de Manutenção Produtiva Total obtenham sucesso, é necessário o comprometimento de todos os funcionários da empresa. A MPT tem o objetivo de envolver todos os níveis e funções em uma organização para maximizar a eficácia global dos equipamentos de produção. Esta técnica abrange os processos e equipamentos existentes em uma planta industrial, sempre com o intuito de reduzir falhas em máquinas, acidentes de trabalho e possíveis perdas na produção.

Com base em programas e planos de manutenção, e o auxílio das técnicas como o *Kaizen* e o programa “5S”, o maior objetivo do planejamento de Manutenção Produtiva Total são a capacitação das pessoas e a redução máxima das perdas de produção e desperdícios que acarretam maiores custos para as empresas.

8. Sistemas a prova de erros (Poka-yoke)

O termo *Poka Yoke* significa “à prova de erros”, isto é, construir processos ou produtos que minimizem defeitos gerados por falhas ou erros humanos. Esta atividade

objetiva a otimização ou automação das tarefas que necessitam da atenção dos operadores, objetivando a minimização dos erros e falhas.

Segundo Shingo (1996), o dispositivo *Poka Yoke* por si só não representa um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros, que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção.

O *Poka Yoke* dá suporte à Produção Enxuta, pois dá apoio à resolução de problemas e à tomada de decisões. A atividade *Poka Yoke* é também um complemento da atividade *kaizen*, pois visam aprimorar a capacidade produtiva, reduzindo custos, melhorando a qualidade e fidelizando o cliente.

2.2. Construção Enxuta

2.2.1. Conceitos da Produção Enxuta

Após o sucesso obtido pela indústria seriada na implantação dos conceitos da Produção Enxuta, ela finalmente começa ser alvo de interesse dos gerentes da construção civil, dando origem ao que podemos chamar de Construção Enxuta.

Para Junqueira (2006), a construção civil caracteriza-se 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 um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da Construção Enxuta.

A filosofia da Produção Enxuta, voltada à construção civil (Construção Enxuta), surgiu com o trabalho do pesquisador Lauri Koskela em 1992 denominado *de Application of the New Production Philosophy to Construction*. Neste trabalho, Koskela desafia os profissionais de construção a quebrar seus paradigmas de gestão e adaptar as técnicas e ferramentas desenvolvidas com sucesso no Sistema Toyota de Produção (Produção Enxuta), lançando assim as bases dessa nova filosofia por meio de

adaptação dos conceitos de conversão, fluxo e geração de valor presentes no pensamento enxuto à construção civil, a qual foi chamada de Construção Enxuta.

Consoante Koskela (1992), a aplicação dos conceitos da Produção Enxuta para a construção exige uma mudança do paradigma gerencial, da ênfase nas atividades de conversão, centralizando a atenção na produtividade, para a abordagem sistêmica do processo. No entanto, para que isso aconteça é preciso desenvolver habilidades gerenciais em relação à visão sistêmica e aprendizado coletivo (KOSKELA, 1992). Para o autor, a aplicação desses conceitos e princípios envolve entre outros, mudanças de atitudes na gestão do processo de produção.

O modelo de processo da Construção Enxuta assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. Para os casos de transporte, espera e inspeção, todas essas atividades são consideradas atividades que não agregam valor ao produto final, sendo assim denominadas atividades de fluxo (FORMOSO, 2002). Esse tipo de atividade aparece de forma implícita nos orçamentos convencionais e nos planos de obra e por essa razão faz com que a sua percepção seja dificultada, prejudicando assim a gestão da produção.

Os processos na Construção Enxuta também são caracterizados pela geração de valor, onde esse conceito está diretamente relacionado ao nível de satisfação do cliente. Isatto *et al.* (2000) afirma que a geração de valor é outro aspecto que caracteriza os processos na Construção Enxuta, não sendo inerente à execução de um processo. Um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes internos e externos (FORMOSO, 2002).

Apesar de todas as atividades da produção terem um custo e consumirem tempo, apenas as atividades de conversão agregam valor ao material. Dessa maneira, a melhoria das atividades do fluxo deve primeiramente ser focada na redução ou eliminação das etapas desnecessárias, visando atividades de conversão mais

eficientes (KOSKELA, 1992). O desperdício inerente à construção é criado por retrabalhos devidos a problemas de projeto ou erros de construção e a atividades que não agregam valor nos fluxos de material e trabalho, tais como esperas, movimentação, inspeção, atividades duplicadas e acidentes (KOSKELA, 1992).

A Construção Enxuta é a adequação dos conceitos da cultura *lean* por parte do setor da construção e esta tem evoluído com identidade própria com o intuito de obter melhoria da produtividade e bons resultados, valor para o cliente e ao mesmo tempo lucro para a empresa.

2.2.2. Características do setor da Construção Civil

Segundo Peneirol (2007), a natureza da construção é única perante as outras indústrias e pode ser definida por meio de uma combinação de propriedades. Para Lauri Koskela (1992), a construção civil apresenta quatro particularidades principais, são elas:

- i. Unicidade: Diz respeito ao fato de cada projeto da construção civil ser único em essência, apresentando características específicas que o diferenciam dos demais. O fato de cada projeto ser único impede que certa atividade seja executada da mesma forma uma segunda vez. Segundo Koskela (2000), a unicidade da construção está relacionada a três fatores: diferentes necessidades e prioridades de cada cliente, diferentes locais em que ocorre cada construção e diferentes visões de engenheiros e arquitetos ao que se refere à melhor solução para cada projeto. Como consequência o desenvolvimento do produto passa ser parte integrante da produção e há uma maior incerteza quanto à aceitação do cliente, já que não é possível realizar um protótipo antes de iniciar a produção.

- ii. Produção posicional: Está relacionado ao fato da maior parte da produção ser executada no local final em que o produto deve ser construído e está sujeita a condições inerentes à própria localização, tais como clima, tipo de solo, trânsito, relacionamento com autoridades, aplicação de códigos e legislação específica, deixando a produção vulnerável à interrupções.
- iii. Organização temporária: A organização temporária refere-se ao fato de que cada projeto de construção geralmente é constituído por diferentes empresas que às vezes nunca trabalharam juntas antes, ligadas entre si por arranjos contratuais variados. A organização temporária acaba se refletindo na mão de obra, que pode ser empregada exclusivamente para um projeto. Assim, há uma maior imprevisibilidade do sistema produtivo e uma competição por recursos entre projetos.

Vrijhoef e Koskela (2005) acreditam que as particularidades devem ser solucionadas ou minimizadas de forma integrada, a fim de obter uma solução para a disseminação do desperdício causado pelas próprias particularidades.

2.2.3. Gestão Tradicional da construção e a Construção Enxuta

Segundo Peneirol (2007), muitas das ferramentas e técnicas tradicionais de gestão de projetos da construção civil têm se mostrado ineficientes, principalmente em projetos de grande escala e extremamente dinâmicos.

Para Howell e Koskela (2000), essa ineficiência está relacionada ao fato do modelo tradicional:

- Desconsiderar a incerteza presente na abrangência e nos métodos do projeto;
- Considerar a relação entre atividades simples e sequencial quando na realidade é mais complexa;

- Enrijecer as fronteiras das atividades, sendo na verdade que raramente a relação de precedência existe;
- Preocupar com o resultado obtido em cada atividade fazendo com que haja uma perspectiva egoísta de melhoria para cada uma sem se preocupar com o impacto que possa ter nas restantes ou no processo global;
- Excluir a gestão da produção da gestão de projeto.

Além disso, no modelo tradicional os objetivos do projeto são assumidos como fixos e os meios para atingi-los são somente alteráveis quando ocorrem falhas que não estavam previstas na fase inicial do projeto. Esta abordagem não enfatiza a busca pelas causas dos desvios e problemas.

Enquanto isso, pela mentalidade enxuta, um conceito chave na fase de execução de uma obra é o de que uma tarefa só deve ser iniciada, ou colocada no planejamento execução, caso tudo o que seja necessário para a sua conclusão esteja resolvido antecipadamente. No caso de uma tarefa não ser realizada o sistema recebe rapidamente uma resposta, tornando possível a identificação da causa e do problema. Com esta informação a gestão pode tomar medidas preventivas e corretivas e pode utilizar a informação reportada para melhorar o processo de planejamento (BALLARD E HOWELL, 1998 *apud* PENEIROL, 2007).

A principal mudança do modelo gerencial tradicional para a filosofia da Construção Enxuta consiste na maneira de como os processos são entendidos. No modelo tradicional, a construção é percebida como um conjunto de atividades visando um produto final. Já a filosofia da Construção Enxuta percebe que um processo consiste em um fluxo de materiais e mão de obra que leva em consideração todos os acontecimentos durante o processo, desde a escolha da matéria prima até o produto final. Ela é subdividida em atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo, portanto denominadas de atividades de fluxo. Já a atividade de processamento

pode ser definida como atividade de conversão, atividade esta que agrega valor ao produto final.

A Construção Enxuta surge como uma nova forma de analisar o fluxo da construção civil, desde entradas das matérias primas e das informações até o produto final. Koslela (1992) afirma que o sistema produtivo é composto por atividades de conversão (que agregam valor ao produto) e de fluxo (que não agregam valor). Assim a abordagem desta nova filosofia é eliminar as atividades de fluxo e aumentar a eficiência das atividades de conversão para melhorar o processo de planejamento e controle da produção.

Para um maior entendimento das diferenças do sistema tradicional da gestão da Construção Enxuta é apresentada no Quadro 2.2 uma comparação entre as duas metodologias.

Quadro 2.2 – Comparação entre a gestão convencional da Construção Convencional e Construção Enxuta (Abdelhamid e Salem, 2005, *apud* PeneiroL, 2007).

Gestão Convencional da Construção	Lean Construction
Sabe-se como transformar materiais em estruturas fixas.	Sabe-se (também) sobre como transformar materiais em estruturas fixas.
Espera-se que ocorram mudanças de definições e erros de desenho durante a construção, que serão resolvidos e novamente preparados pela equipa de construção.	Desenha-se produto e processo de construção em conjunto para evitar erros/omissões de desenho e dimensionamento que levantam questões de possibilidade de execução.
O gestor é o único responsável pelo planejamento.	Os gestores são os primeiros responsáveis pelo planejamento dos processos e das fases, enquanto que os encarregados e os trabalhadores são os últimos responsáveis pelo planejamento e pelas as operações.
Assume-se que reduzindo o custo de uma peça irá reduzir o custo de todo o projeto – o todo é a soma das partes.	Trata-se todo o projeto como um sistema e faz-se uso do <i>Target Costing</i> para alcançar as reduções do custo de projeto – o todo é mais que a soma das suas partes.

Procura-se aperfeiçoar cada processo à nível local, pensando erroneamente que esta é a forma de alcançar a eficiência global.	Procura-se aperfeiçoar a produção para maior processamento do sistema considerando ser a única forma de alcançar a eficiência global.
Gere-se o processo utilizando os elementos que referem à evolução de custos – os quais estão na base dos pagamentos.	Utiliza-se os elementos de evolução de custos como um <i>input</i> para o planejamento e controle das operações no estaleiro.
É guiado pelo paradigma de retornos em termos de prazo/custo/qualidade.	Desafia-se o paradigma de retorno em termos de tempo/custo/qualidade ao remover as fontes de desperdício nos processos de desenho/produção de forma a melhorar o fluxo de valor.
Não se planeja ou controla as operações de produção em canteiros de obras a não ser que se verifiquem desvios de custo e de prazo – espera-se até que os problemas aconteçam para se reagir no sentido de voltar a ter o projeto no rumo definido.	Planeja-se e controla-se as operações de produção em canteiros de obras de forma a prevenir que os indicadores de evolução do projeto não desviem dos prazos e custos definidos.
Considera-se fornecer valor ao cliente quando se maximiza o desempenho em relação ao custo.	Considera-se fornecer valor ao cliente quando o valor do produto é aumentado (a infraestrutura efetivamente corresponde às necessidades do cliente) através da gestão do processo de valor da construção.

2.2.4. Princípios da Construção Enxuta

Diante da dificuldade de aplicação direta das ferramentas desenvolvidas para a manufatura na construção, recorre-se à adaptação a partir de níveis mais generalizados como os princípios estabelecidos (PICCHI, 2003).

Para Koskela (1992), existem 11 princípios para melhoria do fluxo, que vem sendo utilizados para aplicação da Construção Enxuta. Estes princípios têm como base nos definidos por Womack e Jones (1996) como se pode verificar no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Comparação entre os princípios Mentalidade Enxuta e Construção Enxuta (adaptado de Gonçalves, 2009).

Princípios da Produção Enxuta (Womack e Jones)	Princípios Lean Construction (Koskela)
Valor	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes
Fluxo de Valor	Reduzir o tempo de ciclo da produção
	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor
	Simplificar através da redução de passos ou partes
	Focar no controle do processo global
	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxo e nas conversões
Fluxo Contínuo	Reduzir a variabilidade
	Aumentar a transparência do processo
Sistema Puxado	Aumentar a flexibilidade na execução do produto
Perfeição	Introduzir melhoria contínua no processo
	Fazer referências de ponta (benchmarking)

Os 11 princípios de Koskela são discutidos a seguir:

1) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, segundo o qual a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão (ISATTO *et al.*, 2000). Isso significa reduzir parcela das atividades de movimentação, inspeção e espera, bem como aquelas que consomem tempo, mas não agregam valor ao cliente final (BERNARDES, 2003).

O planejamento do arranjo físico do canteiro de obras que minimize distâncias entre os locais de descarga de materiais e seu respectivo local de aplicação, pode reduzir as parcelas de movimentação (SANTOS 1999 *apud* BERNARDES, 2001). A escolha de um equipamento adequado que diminua as atividades surge com uma possível alternativa.

Este princípio não pode ser utilizado de uma forma simplista, pois certas atividades podem não criar valor para o cliente externo, mas sim para clientes internos, como o planejamento e contabilidade, o que impossibilita a eliminação de tais atividades.

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

Segundo Koskela (1992), o valor é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente, internos e externos. O cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção. A aproximação prática a este princípio passa a ser a identificação dos clientes internos e externos e seus requisitos.

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. Porém, para Bernardes 2001, a coleta de informações dos requisitos dos clientes deve ocorrer o quanto antes para evitar a necessidade de retrabalho e a consequência interferência nas atividades de fluxo.

3) Reduzir a variabilidade

Segundo Bernardes (2001) existe várias razões para se reduzir a variabilidade no processo produtivo. Um produto uniforme é melhor do ponto de vista do cliente e a variabilidade aumenta a quantidade de atividades que não acrescentam valor. No que tange aos prazos de produção, a variabilidade tende a aumentar.

Existem três tipos de variabilidade, variabilidade do tempo de processamento, variabilidade do fluxo de trabalho e a variabilidade de procura, relacionada com os desejos e variabilidade do cliente (KOSKELA, 2000). Para este princípio utiliza-se o conceito de padronização para garantir estabilidade de processos, pois este assegura que as atividades sejam realizadas sempre da mesma forma e na mesma sequência,

num determinado intervalo de tempo e com mínimo de desperdícios, conseguindo-se elevada qualidade e alta produtividade. Outra possível solução é a implementação do *poka-yoke*.

O processo de planejamento e controle da produção também facilita a implantação desse princípio na medida em que se busca a proteção da produção e da identificação das reais causas dos problemas (BERNARDES, 2003 *apud* JUNQUEIRA, 2006).

4) Reduzir o tempo de ciclo de produção

O fluxo de produção pode ser caracterizado pelo tempo de ciclo da produção, que é o tempo que uma peça particular percorre no fluxo, sendo então a soma dos tempos de processamento, inspeção, transporte e espera, sendo que para a sua redução é necessário diminuir as três últimas parcelas (KOSKELA, 2000). A redução do tempo de ciclo implica na redução das atividades que não agregam valor, como inspeção, movimentação e tempos de espera.

Isatto *et al.* (2000) destacam que com a entrega mais rápida ao cliente, a gestão dos processos torna-se mais fácil, o efeito aprendizagem tende a aumentar, a estimativa das futuras demandas é mais precisa e o sistema de produção torna-se menos vulnerável às mudanças de demanda.

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

Quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor devido à necessidade de tarefas auxiliares de preparação e conclusão para cada passo no processo. A simplificação pode ser feita, por um lado, eliminando as tarefas que não agregam valor, e por outro reconfigurando os passos ou partes do processo que agregam valor (ISATTO *et al.*, 2000).

Existem várias formas de simplificar o processo de produção, como: redução do número de partes dos produtos com o uso de elementos pré-fabricados; uso de equipes polivalentes; aplicação da ferramenta “5S”; padronização de componentes, materiais e ferramentas; redução da necessidade de informações de controle, eliminação da relação de precedência entre as atividades; planejamento eficaz do processo de produção, buscando eliminar interdependências e agregar pequenas tarefas em atividades maiores.

6) Aumentar a flexibilidade na execução do produto

O aumento de flexibilidade de saída está também vinculado ao conceito de processo como gerador de valor. Refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos.

Para Koskela (1992) e Isatto. (2000), a flexibilidade pode ser atingida por meio da redução do tamanho dos lotes, diminuição da dificuldade de ajustes e trocas, personalização do produto o mais tarde possível, utilização de mão-de-obra polivalente que se adapte facilmente as alterações na procura e na escolha de processos construtivos que permitam flexibilidade do produto sem grande ônus para a produção, ou seja, a flexibilidade permitida e planejada.

7) Aumentar a transparência do processo

Um processo de produção transparente facilita o controle e a melhoria. A falta de transparência aumenta a probabilidade de erro e dificulta a visualização destes. Utilizando este princípio, a identificação de problemas na execução do processo é facilitada através de dispositivos e indicadores que contribuem para uma melhor disponibilização da informação no posto de trabalho. Este princípio é também utilizado como um mecanismo para aumentar o envolvimento da mão de obra no desenvolvimento de melhorias.

Isatto *et al.* (2000) apontam algumas formas de aumentar a transparência do processo, como: remoção de obstáculos visuais para tornar o canteiro de obra mais limpo; utilização de dispositivos visuais para facilitar o fluxo de pessoas e materiais, tais como cartazes, placas de sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo; e a aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S.

8) Focar o controle no processo global

O controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra (BERNARDES, 2001). A otimização do fluxo global pode ser obtido através da atribuição de autonomia às equipes de trabalho e cooperação em longo prazo com os fornecedores.

Segundo Isatto et. Ali (2000), este princípio pode ser aplicado na medida em que haja uma postura diferente por parte da produção no que diz respeito à percepção sistêmica dos problemas. Neste caso, a integração entre os diferentes níveis de planejamento pode facilitar a implantação deste princípio (BERNARDES, 2001).

9) Introduzir a melhoria contínua no processo

Conforme Koskela (2000), o esforço para reduzir o desperdício e aumentar o valor do produto deve ser iterativo, realizado continuamente. A melhoria contínua vai sendo alcançada na medida em que os demais princípios vão sendo cumpridos. O trabalho em equipe e gestão participativa constituem os requisitos essenciais para a introdução de melhoria contínua no processo (ISATTO *et al.*, 2000).

Koskela (1992) cita vários métodos para implementar a melhoria contínua: medir e monitorizar as melhorias, definir metas de superação, atribuir responsabilidade pelas melhorias a todos os trabalhadores, usar procedimentos normalizados como boas práticas e relacionar a melhoria com o controle.

A identificação das causas raízes dos problemas de produção é essencial para a garantia do uso eficiente dos recursos disponíveis e a consequente melhoria (SANTOS 1999 *apud* BERNARDES, 2001).

10) *Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões*

Consoante Koskela (1992), fluxo e conversão existem diferentes potenciais de melhoria. Assim, quanto mais complexo for o fluxo de valor de uma empresa, e quanto mais desperdícios ela apresentar, maiores serão os impactos das melhorias deste fluxo. No entanto, as melhorias das conversões e dos fluxos estão intimamente ligadas, visto que melhores fluxos necessitam uma menor capacidade de conversão e requerem a um menor investimento em equipamentos (KOSKELA, 1992).

Ainda para o mesmo ator, as melhorias no fluxo e na conversão estão relacionadas através dos seguintes fatores: melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores gastos com equipamentos; fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão; novas tecnologias de conversão podem acarretar em menor variabilidade e consequentemente melhorar o fluxo. Nesse contexto, é necessário que exista um equilíbrio entre ambas.

11) *Referencias de ponta (benchmarking)*

Consistem em um processo de aprendizado, sustentado pela busca das práticas adotadas em outras empresas consideradas líderes em determinado segmentos ou aspectos específicos (ISATTO *et al.*, 2000).

Koskela (1992) afirma que para a aplicação deste princípio deve-se: conhecer os próprios processos da empresa; identificar boas práticas em empresas concorrentes; entender os princípios por trás dessas boas práticas e adaptar as boas práticas encontradas à realidade da empresa.

2.2.5. Desperdícios da Construção Enxuta

Segundo conceitos da Construção Enxuta, existem oito categorias de desperdícios na construção civil, as sete categorias tradicionais da Produção Enxuta e uma nova categoria sugerida por Lauri Koskela (2004) chamado de *making-do*, provavelmente um dos mais frequentes da indústria da construção, pois a visão tradicional claramente o negligencia. Este desperdício está relacionado com as situações em que uma tarefa é iniciada sem todos os *inputs* necessários (matéria prima, máquina, ferramenta, pessoas, instruções) ou mesmo se a sua execução prossegue na ausência de uma dessas contribuições chave. A este desperdício o investigador chamou-lhe de *making-do*, e considera que este é provavelmente um dos mais frequentes da indústria da construção.

Koskela (2004) apontam três causas básicas para o surgimento do *making-do*:

- I. Síndrome da ineficiência – Relacionada à tentativa de a utilização máxima dos recursos disponíveis para promover ótimos locais, o que acaba prejudicando o fluxo da construção.
- II. Pressão por respostas imediatas – Motivada pela ideia de que começar a tarefa mais cedo fará com que ela termine mais cedo.
- III. Divisão imprópria em níveis de montagem – Refere à situação em que o número de componentes por *kit* cresce a um nível incontrolável.

2.2.6. Sistema *Last Planner*

O *Last Planner* é uma ferramenta que visa melhorar a eficácia dos sistemas de planeamento da construção civil. Ballard (2000) aponta que o Sistema *Last Planner* (LPS) foi desenvolvido com base nos modelos e conceitos desenvolvidos na Engenharia de Produção. Além disso, este mesmo autor ressalta que esse sistema prevê um ambiente de produção confiável em obras por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho.

No LPS, os planos são produzidos à medida que são obtidas informações sobre o *status* do sistema, fornecida por alguém de um nível hierárquico superior, o que se assemelha ao conceito de produção puxada. Moura (2008) exemplifica que uma atividade apenas é incluída no plano operacional se a mesma for considerada como prioritária nos planos de nível superior e se estiver com todas as restrições removidas. Para fazer parte do nível tático, essa mesma atividade deve primeiramente ter sido programada no plano de longo prazo.

No *Last Planner*, normalmente o planejamento e controle está dividido em três níveis, conforme ilustra a Figura 5: Planejamento Mestre (de longo prazo, englobando durante todo período de construção), Planejamento *Lookahead* (planos mensais de médio prazo) e Planejamento de Comprometimento (planos semanais de curto prazo).

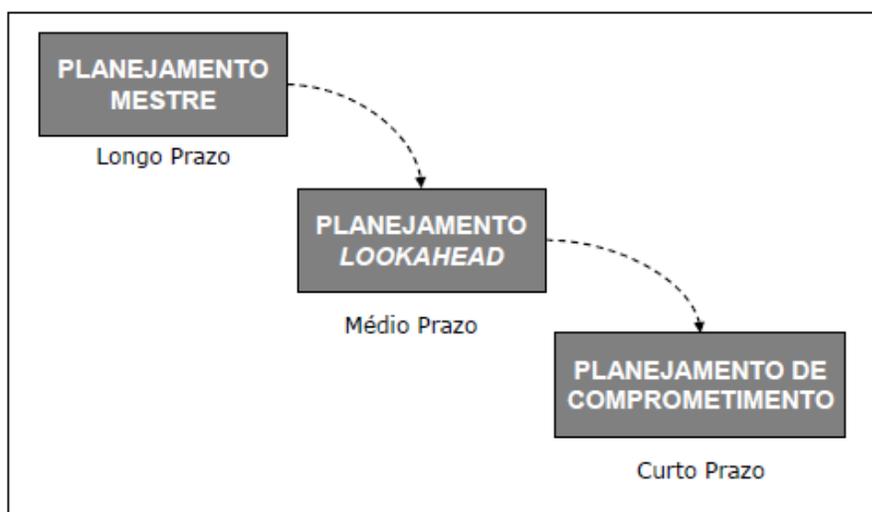


Figura 2.4 – Níveis do planejamento baseado no LPS (Moura, 2008, adaptada de Ballard e Howell, 1998).

O Plano Mestre deve estabelecer os objetivos globais e restrições que governam o projeto como um todo, uma vez que este se refere a toda fase de construção (BALLARD, 2000). O planejamento *Lookahead* tem como principal função dar forma e controlar o fluxo de trabalho (BALLARD, 2000). O terceiro e último nível tem como

papel principal atribuir pacotes de trabalho às equipes e gerenciar os compromissos com as mesmas, em relação ao que vai ser feito, após a avaliação do que pode e o que deve ser feito, baseados nos recursos disponíveis e no cumprimento de pré-requisitos (BALLARD; HOWELL, 1998 *apud* MOURA, 2008).

Neste sistema, os planos devem ser definidos e monitorados de forma participativa, sendo sua denominação (*Last Planner*) uma referência a quem, em última estância, define as tarefas a serem executadas em curto prazo (MOURA, 2008). As etapas do planejamento no modelo *Last Planner* são:

a) Planejamento Mestre (longo prazo)

Em grande parte das obras da construção é realizado um planejamento mestre próximo ao seu início, o qual se refere a toda a fase de construção (BALLARD, 1997b *apud* MOURA, 2008). Esse planejamento tem como objetivo a definição dos ritmos das atividades, que constituem as grandes etapas construtivas da obra (MENDES JR e HEINECK, 1998 *apud* JUNQUEIRA, 2006).

Depois da elaboração desse plano mestre, segundo Ballard e Howell (1998), é possível produzir orçamentos e cronogramas gerais da obra e definir um conjunto de datas-marco, incluindo as datas de conclusão e entrega do empreendimento (MOURA, 2008).

Outra importante decisão, relacionada a esse nível de planejamento, trata da definição da estratégia de ataque à obra. Através deste estudo é estabelecido o sequenciamento das atividades, eliminando-se possíveis interferências entre equipes propiciando a melhoria dos fluxos de materiais e mão de obra dentro do canteiro (JUNQUEIRA, 2006).

b) Planejamento *Lookahead*

O planejamento *Lookahead* busca vincular às metas fixadas no plano mestre com aquelas designadas nos planos mensais, 4 a 6 semanas (FORMOSO *et al.*, 1999a

apud BERNARDES, 2001). Neste nível de planejamento, são considerados os processos de construção a serem realizados, incluindo as especificações dos métodos construtivos e identificação de recursos necessários à execução; quantificação de recursos disponíveis em canteiro e restrições relacionadas ao desenvolvimento dos trabalhos (TOMMELEIN; BALLARD, 1997 *apud* BERNARDES, 2001).

O planejamento de médio prazo constitui-se também em um mecanismo de proteção da produção, à medida que serve como uma barreira que impede a liberação de atividades que não cumpram critérios de qualidade para a produção (BALLARD; HOWELL, 1998 *apud* MOURA, 2008). Essa proteção é realizada através da identificação e remoção sistemática das restrições (COELHO, 2003 *apud* MOURA, 2008).

Para Bernardes (2003) *apud* Moura (2008), nesse planejamento podem estar envolvidas programação e aquisição de recursos, assim como contratação de mão de obra.

c) Planejamento de Comprometimento

O planejamento de comprometimento é o nível no qual se determinam os meios para alcançar os objetivos estabelecidos no planejamento mestre por meio da produção dos planos semanais de trabalho, 1 a 15 dias. Neste planejamento de curto prazo, orienta-se de forma direta a execução da obra através da atribuição às equipes os pacotes de trabalho e se gerencia o comprometimento das mesmas em realizá-los (BALLARD, 2000).

A definição dos pacotes de trabalho no curto prazo deve atender ao mecanismo da produção protegida, que, segundo Ballard e Howell (1998), é uma estratégia de redução do impacto das condições incertas de fluxo de trabalho, através da elaboração de planos que atendem a certos requisitos de qualidade (MOURA, 2008). Esse processo inicia com uma análise detalhada das atividades programadas no plano de médio prazo, sendo feita uma triagem dos pacotes de trabalho que tiveram todas as

suas restrições removidas e somente esses são considerados para inclusão no plano de curto prazo (BALLARD; HOWELL, 2003 apud MOURA, 2008).

O produto final desse planejamento é uma lista de tarefas a serem realizadas no horizonte de curto prazo, para as quais existe um comprometimento por parte dos representantes das equipes operacionais (BALLARD e HOWELL, 1998 apud MOURA, 2008).

2.2.7. Práticas de Produção Enxuta aplicadas em obras

A filosofia *lean* pode ser aplicada a todas as formas de produção, modificando diretamente os conceitos gerenciais, tornando-os mais acessíveis e transparentes para todos os que participam do processo, desde a alta gerência até os funcionários do canteiro de obras (HEINECK *et al.*, 2009). A aplicação dos novos conceitos levou à necessidade de fabricação de ferramentas apropriadas e instrumentos de controle, sendo:

a) Diagrama de sequência para células de produção

Tradicionalmente, os serviços realizados nas obras de construção civil são divididos de forma que cada equipe ou profissional realize um tipo específico de trabalho. Dessa maneira, as tarefas não têm continuidade, existem tempos de espera ao final de cada atividade e início da outra e, normalmente, existem retrabalhos devido à falta de comprometimento com a equipe que executará a próxima atividade (HEINECK *et al.*, 2009).

Segundo Heineck *et al.* (2009), se uma mesma equipe (multifuncional) for executar, por exemplo, desde a alvenaria até o reboco de argamassa, a preocupação com o resultado final do “pacote” é bem maior.

Logo, dividindo-se a execução da obra em etapas a serem realizadas por um grupo de trabalhadores, cria-se equipes principais para cada célula de produção e os outros profissionais, quando necessários são solicitados pela equipe principal de

acordo com a programação verificada através de linhas de balanço (HEINECK *et al.*, 2009).

b) Kanban

Kanban significa cartão de pedido para controle dos fluxos de produção e transporte no canteiro de obras. É um sistema utilizado para organizar os suprimentos necessários para a realização, com sucesso, das etapas a serem executadas pela célula de produção (HEINECK *et al.*, 2009).

Em obras verticais, o fluxo de entrega de materiais pelos equipamentos de transporte vertical é intenso. Para promover a utilização racional desses equipamentos de transporte, baseada nos conceitos de *just-in-time* foi idealizada a utilização dos *kanbans*, através dos quais as turmas de cada célula de produção, de forma autônoma, solicitam os materiais necessários, tornando o estoque no pavimento o menor possível. Existem *kanbans* tanto de produção quanto de transporte, e nenhum material é então retirado do almoxarifado ou transportado sem seu respectivo *kanban*, fazendo com que as turmas recebam de forma ordenada e balanceada suas solicitações (HEINECK *et al.*, 2009).

c) Andon

Esta outra ferramenta do sistema Toyota de produção consiste no uso de um painel luminoso indicativo das paradas de mão de obra durante a execução das etapas de serviços.

Segundo os mesmos autores, com a implantação dessa ferramenta, é possível criar gráficos do controle de chamadas e paradas, auxiliando na descoberta da causa-raiz de cada problema ocorrido.

d) Células de Produção na Construção Civil

Consoante o Programa de Educação Tutorial (PET) da Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, a ideia da aplicação de células de produção na construção civil provém das significativas vantagens do seu uso na indústria de manufatura. Empresas de manufatura relatam reduções significativas em estoques de matéria prima, custos de *setup*, tempos de ciclo, mão-de-obra direta, pedidos em atraso, custos de ferramentas, custos de qualidade e de trazer novos projetos para a linha. No entanto, a utilização de tais conceitos na construção civil não se dá de forma natural e precisa de adaptações para que o estado pleno de implementação seja alcançado.

Uma característica diferenciadora e importante da indústria da Construção Civil é devido ao produto (edificações) se tornar extremamente grande e pesado à medida que se desenvolve. Dessa forma, são as estações de trabalho que devem fluir através dos postos de trabalho e não o produto que é deslocado através dos postos de trabalho.

Baseado na filosofia de produção enxuta, a construtora opta por utilizar um *layout* de produção fixo em células de produção. Assim, segundo o conceito de célula de produção, são determinadas as atividades que irão compor a célula, de modo que essas possam ser executadas sem interrupção de fluxo e passem por processos semelhantes.

e) Projeto de *layout* de canteiro de obra

Segundo Lopes *et al.*, os princípios básicos que embasam a elaboração de um projeto de *layout* ótimo são apresentados no Quadro 2.4

Quadro 2.4 – Princípios básicos para a elaboração de um projeto de *layout* ótimo.

Princípios Básicos

Economia do movimento	Diminuir os deslocamentos dos operários no transporte de materiais, máquinas e equipamentos.
Fluxo progressivo	Direcionar o fluxo de operação sempre no sentido do produto acabado
Flexibilidade	Propiciar ao conjunto produtivo opções e facilidades de mudanças posteriores e implantação do projeto de <i>layout</i>
Integração	Integrar as células produtivas no sentido do inter-relacionamento, tornando-as parte do mesmo organismo.
Uso do espaço básico	Conhecer as necessidades de espaço nos vários planos e usar, caso necessário, superposições de planos de trabalho
Satisfação e segurança	Motivar os operários e melhorar as condições de higiene e segurança do trabalho

Para se iniciar a elaboração do projeto de layout é necessário dispor de uma série de informações referentes ao empreendimento, sintetizadas a seguir:

1. Projetos executivos revisados e compatibilizados;
2. Cronograma físico;
3. Cronograma de compras;
4. Especificações técnicas da obra;
5. Definição sobre compra de argamassas e/ou concretos prontos;
6. Norma Regulamentadora 18 - Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção civil;
7. Produtividade dos operários para os diversos serviços da obra;
8. Estudos de inter-relacionamento homens/máquinas e equipamentos;
9. Definição da equipe técnica;
10. Definição do número máximo de funcionários na obra;
11. Definição dos processos construtivos a serem utilizados;
12. Endereço da obra;
13. Fornecimento de água potável, energia elétrica, entre outras.

3. Metodologia de Pesquisa

Este capítulo descreve os procedimentos metodológicos que nortearam o presente trabalho na busca de seu objetivo, que é avaliar a presença dos princípios da Construção Enxuta em uma construtora. Aborda-se, primeiramente, a caracterização da pesquisa e do procedimento técnico adotado. Em seguida, são feitas considerações a respeito dos critérios a serem analisados e dos instrumentos para a coleta e análise de dados. É também descrita neste capítulo a metodologia utilizada para comparação entre a construtora estudada com construtoras referências em Construção Enxuta. Por fim, descreve-se as empresas e as obras visitadas.

3.1. Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se por ter um caráter descritivo e qualitativo, uma vez que busca expor as características das práticas adotadas pela construtora avaliada e não se vale de instrumentos estatísticos no processo de análise de seu problema. Segundo Godoy (1995), a essencialidade de uma pesquisa qualitativa relaciona-se com o fato de constituir-se o ambiente natural como fonte direta de dados, bem como ser a realidade construída pelos indivíduos presentes na pesquisa, pesquisador e entrevistados.

Com relação aos procedimentos técnicos para a realização da pesquisa, a modalidade escolhida foi o estudo de caso, um método com enfoque indutivo para a análise de dados e descritivo para a apresentação de resultados. Na definição de Yin (2005), “Um estudo de caso é uma investigação empírica, que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos”.

A escolha deste procedimento é também justificada pelo fato da aplicação dos conceitos da Construção Enxuta ainda serem incipientes e por muitos poucos estudos

terem sido executados sobre o tema. Somando a este fato, tem-se que o melhor modo de verificar o pensamento enxuto aplicado em campo é a observação prática, o que é possível por meio do estudo de caso. Ademais, o estudo de caso permite um exame detalhado do processo organizacional e esclarece os fatores particulares do caso, que podem levar a um maior entendimento da causalidade.

O método escolhido para coleta de dados foi a entrevista. Entretanto, Yin (2005) enfatiza a necessidade de acumular múltiplas entidades como fontes de suporte de evidência, para garantir a denominada “triangulação perceptual”. No presente estudo, a triangulação foi buscada por meio da solicitação ao entrevistado, quando praticável, de evidências a respeito dos dados apresentados e de observações diretas de canteiros de obras para validar os dados obtidos.

Para a comparação da empresa avaliada com as construtoras referências em Construção Enxuta, foi realizada uma análise qualitativa sem grande sofisticação. Realizou-se apenas uma comparação direta entre os resultados deste trabalho com os resultados do trabalho de Arantes (2010), pois ambos fizeram uso de metodologia semelhante para avaliação das construtoras.

3.2. Critérios analisados e instrumento de coleta de dados

A mais importante referência teórica da Construção Enxuta é o trabalho desenvolvido pelo professor Lauri Koskela, no ano de 1992, em que são apresentados os 11 princípios da Construção Enxuta, descritos no capítulo 2 deste trabalho. Diante disso, o estudo de caso realizado procurou avaliar a presença desses princípios por meio da identificação de práticas relacionadas a cada um deles.

Assim, para a coleta de dados foi utilizado uma adaptação do questionário proposto por Carvalho (2008), que permite avaliar o estado atual de empresas construtoras em relação aos conceitos da Construção Enxuta. O modelo adaptado pode ser visto no Apêndice A.

Em seu trabalho, Carvalho (2008) idealizou uma ferramenta para a coleta de dados em forma de questionário com base nos 11 princípios da Construção Enxuta, analisando individualmente a presença e a situação atual de cada um dos princípios na empresa através de entrevistas com diferentes categorias de pessoas (diretoria, engenheiros, projetistas, operários, fornecedores e clientes).

No entanto, neste estudo de caso, o questionário foi aplicado apenas a uma engenheira da empresa, enquanto que foram realizadas entrevistas informais com a diretoria e operários a fim de validar parte das informações obtidas com o questionário.

Vale ressaltar que as entrevistas foram a primeira atividade realizada com a empresa, antes mesmo da apresentação dos princípios da construção enxuta; desta maneira não ocorreram interferências quanto a tendências de acobertar problemas na busca de um melhor resultado na avaliação. O questionário aplicado apresenta uma pontuação que varia de 0 a 3, que depende dos quatro diferentes níveis de resposta (Apêndice A). Apesar de apresentar uma pontuação numérica, a entrevista baseou-se, em alguns momentos, na interpretação do pesquisador, com vistas a adaptar a resposta do entrevistado à numeração apresentada na entrevista.

Também, durante essa etapa do estudo, foram realizadas observações diretas através da visita aos canteiros de obras da empresa para garantir a “triangulação perceptual”. Nesse sentido, foram feitos registros fotográficos, com objetivo de obter evidências adicionais.

3.3. Metodologia de comparação

Como descrito anteriormente, parte do objetivo deste trabalho foi realizar uma comparação entre os resultados obtidos da empresa avaliada com empresas referências na aplicação de conceitos da Construção Enxuta.

Para isso foi utilizado o trabalho de Arantes (2010) como fonte de informação das construtoras referências. Este autor utilizou em seu trabalho um modelo similar ao

questionário aplicado neste estudo para diagnosticar a maturidade da Construção Enxuta em três empresas referências na aplicação dos conceitos *Lean*.

Apesar da similaridade, o questionário utilizado por Arantes (2010) contém um número menor de questões e apenas três níveis de resposta, enquanto que o utilizado neste estudo possui quatro. Diante disso, foram comparadas apenas as questões comuns aos dois questionários e adotaram-se três níveis de respostas para indicar a presença da prática questionada. Tais níveis foram classificados de acordo com uma pontuação de 0 (zero) a 2 (dois). O questionário comparativo pode ser visto no Apêndice B.

Estes níveis foram utilizados como base de comparação para analisar a presença dos princípios da Construção Enxuta nas construtoras. Assim, quanto maior o nível apresentado por uma construtora, mais enxuta ela é. Com esta escala de classificação é possível verificar quais são os principais pontos a serem melhorados e quais são aqueles que a empresa possui um desempenho satisfatório. Com isso, a construtora poderá estabelecer um plano de estudo futuro baseado na análise desses resultados.

Para a análise, elaborou-se ainda um quadro comparativo entre as construtoras, evidenciando seu nível para cada um dos 11 princípios analisados (detalhado no quarto capítulo). Para sua elaboração, foi realizada a média aritmética das perguntas de cada um dos princípios, em que se considerou pesos iguais para todas as perguntas e todos os princípios. Portanto, ao término da comparação, chega-se a conclusão sobre um valor percentual de desempenho em relação à Construção Enxuta, sendo que quanto maior este valor, melhor é o resultado.

3.4. Empresa avaliada

A construtora analisada no estudo de caso foi fundada em 1981, está situada na cidade de Goiânia, Estado de Goiás, e atua em obras de pequeno e médio porte nos segmentos residenciais, comerciais e industriais.

Além de seu quadro de operários a empresa trabalha também com a contratação de equipes terceirizadas para a realização de atividades especializadas, como por exemplo, montagem de paredes de gesso, instalação de vidro, entre outros.

Existem algumas parcerias entre a empresa e fornecedores. Entretanto, tais parcerias não são formalizadas por meio de contratos, sendo facilmente desfeitas caso os serviços oferecidos estejam com valores acima do mercado, caso as condições de pagamento estejam inadequadas à construtora ou caso haja problemas de qualidade no serviço fornecido.

A mão-de-obra empregada pela empresa, assim como em muitas empresas do setor da construção civil, apresenta uma grande rotatividade. Os funcionários são contratados e dispensados de acordo com a quantidade de serviços realizados pela empresa no período. Atualmente, seu quadro de funcionários apresenta um número superior àquele padrão da construtora devido ao empreendimento residencial em desenvolvimento, sendo necessário um grupo de funcionários exclusivos para a obra.

Na busca de inovações e melhorias de seu desempenho no mercado, o diretor e os engenheiros da empresa participam com frequência de congressos sobre o setor da construção civil e incentivam seus estagiários a realizar estudos voltados à implantação de conceitos e ferramentas que possam auxiliar o desenvolvimento da empresa.

3.4.1. Descrição das obras visitadas

Para a realização deste estudo foram visitadas duas obras com perfis diferentes para que os resultados obtidos não fossem enviesados pelas características de uma obra. Todas as duas obras estão localizadas na cidade de Goiânia, GO, e se encontram na fase de acabamento.

A primeira obra é um edifício de 4 andares de alto padrão. Esta é uma obra contratada por um hospital localizado ao lado da construção para ser utilizado como uma nova área clínica.

Já a segunda obra é um empreendimento particular da empresa. É um edifício residencial de alto padrão com 23 andares, sendo 3 andares destinados às áreas comuns e 20 andares constituídos de 12 quitinetes cada.



Figura 3.1 – Primeira Obra



Figura 3.2 – Segunda Obra

3.5. Empresas referência em Construção Enxuta

3.5.1. Construtora Castelo Branco

A Construtora Castelo Branco, ou CCB, foi fundada em 1988 na cidade de Fortaleza e atua em diversos tipos de empreendimentos e obras nas regiões Norte e Nordeste.

A CCB tem se destacado com uma grande inovadora no cenário brasileiro da construção civil. Entre seus diferenciais identificam-se a certificação PBQP-H de qualidade, a ISO 9001 e a utilização de conceitos e técnicas da Construção Enxuta.

Hoje, a construtora é referência em Construção Enxuta no Brasil, apresentando vários cases de sucesso e pesquisas realizadas junto ao meio acadêmico (ARANTES, 2010).

3.5.2. C. Rolim Engenharia

Construtora de Fortaleza pertencente ao Grupo C. Rolim. Atua tanto em obras industriais, como residenciais por todo o Estado do Ceará.

A empresa possui certificação ISO 9001 desde 1998, sendo umas das pioneiras na construção civil do Ceará. Além disso, aplica os conceitos da mentalidade enxuta em seus canteiros de obras há cerca de uma década, o que fez dela uma das principais referências quando se trata de Construção Enxuta (ARANTES, 2010).

3.5.3. Fibra Construções

Construtora de médio porte fundada em 1994, na cidade de Fortaleza, com foco na construção de edifícios residenciais.

O primeiro contato com os conceitos *Lean* foi em 1999 e desde então a empresa vem apresentando resultados positivos em decorrência do uso de técnicas e ferramentas da Construção Enxuta. No entanto, a Construção Enxuta não está presente com a mesma intensidade que nas outras duas construtoras, Castelo Branco e C. Rolim.

4. Análise e Discussão dos Resultados

Este elemento é dedicado à apresentação e análise dos resultados deste trabalho. Tais resultados são baseados nas entrevistas informais com a diretoria e operários, nas respostas do questionário aplicado (apêndice A) e nas visitas aos canteiros de obras. Chama a atenção que para alguns dos itens analisados houve distorção entre as respostas do questionário, aplicado a apenas uma engenheira, e a realidade encontrada durante as visitas às obras.

Consta também, neste tópico, a análise comparativa entre os resultados da empresa avaliada e das construtoras referências em Construção Enxuta.

4.1. Avaliação dos resultados da Empresa

Os resultados apresentados permitem a avaliação da empresa quanto ao emprego dos 11 princípios da Construção Enxuta desenvolvido por Lauri Koskela.

1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Para evidenciar esse princípio procurou-se analisar o arranjo físico das obras (*layout*), a disponibilização e a utilização de equipamentos que possibilitam a redução de atividades que não agregam valor.

Quanto ao *layout*, a empresa adota em seus canteiros de obras uma logística interna para minimizar as distâncias entre os materiais, equipamentos e locais de utilização. Na visita aos canteiros de obras observaram-se áreas destinadas para entradas e saídas de materiais, além de vias de circulação e locais para armazenamentos de insumos. Pode ser notada nas Figuras 4.1 a 4.4 a disponibilização dos insumos (areia, britas e cimentos) próximos à área de descarga, da betoneira e do elevador de materiais.



Figura 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 – Disponibilização dos insumos e equipamentos

Outro exemplo de boa prática adotada para atendimento desse princípio é a utilização de elevadores para transporte verticais de materiais, carrinhos de mão para transporte horizontal e a criação de estações de trabalho para realizarem tarefas específicas (Figuras 4.5 e 4.6).



Figura 4.5 e 4.6 – Equipamentos para transporte vertical e horizontal

Diante disso, a construtora tem conseguido reduzir grande parte dos desperdícios de movimentação e espera. No entanto, percebe-se que não há um método específico para a análise das atividades, no sentido de identificar aquelas que não agregam valor, tendo em vista que somente são utilizadas as práticas comuns do mercado.

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

Para ao atendimento desse princípio, considerou-se importante a existência de pesquisa de mercado para identificar as necessidades dos clientes, o mapeamento dos clientes internos e externos e a flexibilidade para possíveis alterações dos projetos.

Fato interessante identificado na empresa foi a realização de avaliações de pós-ocupação, em que se avalia a satisfação dos clientes a partir da aplicação de

questionários. Além disso, durante o período de obra, a empresa realiza contatos mensais com os clientes finais para identificar possíveis insatisfações.

Constatou-se, também, que a empresa considera no planejamento de seus projetos as necessidades dos clientes internos e externos. Para atendimento das necessidades dos clientes internos são definidas tolerâncias de aceitação das atividades para que estas possam ser liberadas para a próxima etapa, ou seja, para o próximo cliente interno (Figuras 4.7 e 4.8).



Figura 4.7 e 4.8 – Inspeção dos serviços

Já para a consideração dos requisitos dos clientes externos, são utilizadas reuniões de planejamento e retroalimentação entre projetistas e mestre de obra, em que são debatidos os requisitos dos clientes e decididos se estes serão implantados ou não, o que dependerá do estágio da obra. As reuniões também sevem para garantir a conclusão da obra no prazo previsto acordado com o cliente.

3. Reduzir a variabilidade

Para reduzir parte da parcela de variabilidade na obra, que tende a ser elevada, a empresa procura realizar replanejamentos sempre que necessário para ajustar o cronograma mestre da obra. Porém, os prazos das obras são sempre mantidos, já que são utilizados *buffers* informais ao longo do fluxo produtivo, tanto de tempo como de materiais e mão-de-obra. Assim, recomenda-se à empresa um maior controle sobre o planejamento das obras para evitar esses desperdícios de tempo, material e mão de obra.

Além do acompanhamento do planejamento, a empresa utiliza técnicas e ferramentas como gabaritos e moldes que possibilitam a redução da variabilidade. Segundo relato da engenheira, as atividades da empresa são padronizadas, mas só agora é que os seus procedimentos estão sendo catalogados. Ela acredita que ao término deste processo, a empresa conseguirá evitar muitos desperdícios.

A empresa ainda enxerga a oportunidade de implementação de ferramentas/equipamentos para mecanização dos canteiros de obras no intuito de reduzir a variabilidade, já que atualmente pouco tem sido feito nesse sentido.

Com relação ao controle de conformidade das matérias primas, identificou-se, nas visitas às obras, que as práticas utilizadas são ainda muito primitivas, pois na maioria dos casos trata-se uma inspeção visual realizada pelo operário (Figura 4.9).



Figura 4.9 – Inspeção visual

Por fim, das entrevistas com operários, percebeu-se que a maior incidência de problemas de variabilidade é a falta ou erro no planejamento de execução dos serviços, como, por exemplo, atraso na conclusão da tarefa programada. Em segundo e terceiro lugar, aparecem os problemas da não conformidade e da superestimação da produção das equipes de trabalho, que também pode ser considerada como problema de planejamento.

Diante disso, seria de grande valia para construtora a utilização do sistema *Last Planner* e criação de equipes principais para cada célula de produção, uma vez que permitiriam um ambiente de produção confiável em obras por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho.

4. Reduzir o tempo de ciclo da produção

Para identificação deste princípio procurou-se analisar se há um planejamento e controle do tempo de ciclo dos empreendimentos e se os projetistas e operários têm conhecimento destes tempos.

De acordo com a engenheira entrevistada, a construtora tem grande controle sobre o tempo de ciclo total dos empreendimentos, isto é, os prazos de entrega das obras acordados com os clientes sempre são respeitados, apesar de eventuais atrasos em determinadas atividades durante a execução.

Para o controle do tempo de ciclo, a empresa adota uma divisão das atividades em tempos de ciclos menores, passando aos operários determinadas metas por tempo de trabalho, como a conclusão de um pavimento em um período específico, ver Figuras 4.10 e 4.11.



Figura 4.10 e 4.11 – Serviço executado em lote menor de produção

A empresa também adota a utilização do indicador PPC – Percentual de Pacotes Concluídos - para acompanhar o desempenho da obra, mas reconhece que essa técnica é muito pouco explorada.

O próprio sistema *Last Planner*, recomendado no princípio anterior, melhoraria a sincronização entre as atividades do planejamento de médio e longo prazo e permitiria maior eficiência das equipes de trabalho e redução do tempo de ciclo de produção.

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

Visando a análise da simplificação das atividades, buscou-se identificar se a empresa faz uso de elementos/ instrumentos que permitam a redução do número de passos atividades e se há uma organização nos canteiros de obras referente ao armazenamento de equipamentos e materiais com vistas à redução da movimentação.

Um ponto crítico observado é que a empresa não faz uso de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção e a utilização de moldes e gabaritos apresenta certas inconsistências, não permitindo grande redução do número de passos para as tarefas.

Segundo as respostas do questionário, as informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana são claras e estão disponíveis para todos os trabalhadores do

canteiro, no entanto, em visitas às obras, não foi constatado nenhum painel ou quadro contendo tais informações. Na verdade, verificou-se que o mestre de obra tem controle sobre tais tarefas e repassa aos demais operários de acordo com realização das atividades.

Outra prática observada foi a organização dos canteiros de obras (Figuras 4.12 e 4.13). A empresa possui uma política de manter a obra limpa e organizada com a utilização de contêineres no exterior da obra para coleta de lixo e locais para deposição de resíduos que serão reaproveitados posteriormente (arestas de aços e pedaços de madeiras). No entanto, vale ressaltar que foi identificada a deposição de materiais inutilizados em locais indevidos (Figuras 4.14 e 4.15).



Figura 4.12 e 4.13 – Organização do canteiro de obra



Figura 4.14 e 4.15 – Deposição de resíduos a serem reaproveitados

Quanto ao armazenamento de equipamentos, utiliza-se nos canteiros de obra um almoxarifado (Figura 4.16). Já com relação aos materiais, encontram-se armazenados em vários locais da obra e próximos aos locais onde serão utilizados de maneira organizada.



Figura 4.16 – Almoxarifado

6. Aumentar a flexibilidade na execução do produto

Este conceito está vinculado ao processo de gerar valor ao produto, possibilitando mudanças rápidas para satisfazer as exigências dos clientes. Diante disso, procurou-se identificar se há flexibilidade por parte da construtora, dos seus fornecedores e dos seus funcionários.

Com relação à construtora, busca fornecer ao cliente um serviço flexível, realizando alterações nas obras até determinado estágio da obra. Essa é uma prática que a empresa realiza muito bem, até mesmo porque grande parte de suas obras são casas residenciais, tendo a interferência dos clientes finais na realização da obra como uma constante.

Um exemplo foi evidenciado em uma das obras visitadas, em que um cliente adquiriu duas quitinetes e solicitou a união para transformar em apenas uma. As Figuras 4.17 e 4.18 ilustram o modelo da quitinete unida.



Figura 4.17 e 4.18 – Modelo de uma quitinete

Segundo o diretor, a construtora não exige muita flexibilidade de seus fornecedores. Os pedidos são geralmente realizados com um mesmo tamanho de lote e com antecedência para se evitar qualquer problema. Por trabalhar com os mesmos fornecedores há muitos anos, a construtora tem consciência de suas restrições e competências, o que facilita na hora da realização dos planejamentos.

Já com relação aos operários, verificou-se que grande parte deles realizam tarefas específicas. Diante da escassez de mão de obra no setor, a empresa tem apresentado dificuldade em contratar operários polivalentes. Para solucionar este problema, a empresa tem optado por treinar o operador quando necessário.

7. Aumentar a transparência do processo

Para este princípio, procurou-se ter conhecimento do alcance das metas da empresa, da transparência dos sistemas de comunicação na obra e dos indicadores, além de verificar a implantação do 5S.

Segundo os entrevistados, um diretor e uma engenheira, apenas uma parte dos objetivos e das metas da empresa são conhecidos e atendidos pelos funcionários e há indicadores de desempenho expostos de forma clara e com fácil acesso aos operários, no entanto este último não foi evidenciado durante as visitas às obras.

Quanto à transparência dos sistemas de comunicação na obra, evidenciaram-se inúmeras placas de segurança, determinando a obrigatoriedade da utilização de equipamentos de proteção, além de sinalizações de entradas e saídas das obras e instruções sobre o armazenamento de materiais (ver Figuras 4.19 a 4.22).



Figura 4.19, 4.20, 4.21 e 4.22 – Dispositivos visuais de comunicação

Outra evidência é a utilização de recursos de criação de valor, tal como a utilização de tapume, como gerador de imagem positiva da empresa junto a potenciais clientes.

Segundo a engenheira entrevistada, os projetistas realizam visitas periódicas aos canteiros para verificar se a execução está conforme o projetado, mas não há uma metodologia de verificação que os projetistas devem seguir.

Identificou-se também que hoje não existe um programa eficiente de 5S. Segundo os entrevistados, a construtora realizou a implementação da ferramenta, mas que, devido à alta rotatividade dos operários, foi impossível a manutenção do programa. Apesar disso, constatou-se que os canteiros de obras estavam limpos e livres de obstáculos visuais, apesar de certa desordem do almoxarifado.

8. Focar o controle no processo global

De acordo com os entrevistados, os controles da empresa são focados no processo global. Segundo eles, a diretoria realiza planejamentos de curto, médio e longo prazo em termos de novos negócios.

Por meio do questionário verificou-se ainda a existência de comunicação entre as equipes envolvidas para o planejamento e execução das atividades. Dessa maneira, os operários acabam tendo conhecimento de suas tarefas durante a semana.

Outra boa prática evidenciada, no que diz respeito a este princípio, é o estabelecimento de parcerias de longo prazo entre a construtora e fornecedores. Apesar de não haver um contrato entre as partes, há parcerias que já duram mais de 20 anos.

9. Introduzir a melhoria contínua no processo

Para analisar a maturidade da empresa no que diz respeito a este princípio, foi questionado aos entrevistados acerca da existência de programas de melhoria contínua, da utilização de indicadores de desempenho, da atualização das metas estabelecidas e da participação dos funcionários nas ações de melhoria da empresa.

As respostas obtidas evidenciaram a busca pela perfeição, porém não há um programa estruturado de melhoria contínua na empresa e nem todos os funcionários têm conhecimento deste conceito e estão envolvidos nas ações de melhoria.

Além disso, apesar de estar presente, a utilização de indicadores de desempenho para monitoramento dos processos e a atualização das metas de seus processos ainda são práticas que apresentam inconsistências. Assim, é recomendado que a empresa fique atenta a essas práticas para poder conseguir avanços em seu programa de melhoria.

10. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

A análise que se faz para o décimo princípio da construção enxuta é que a empresa o julga importante e acredita que o coloca em prática relativamente bem. No entanto, não ficou claro nas entrevistas e nas visitas às obras a capacidade da empresa em mapear seus processos e identificar seus requisitos para cada estágio.

De acordo com a engenheira responsável pelo questionário, está totalmente implementado o controle sobre o fluxo de informações na empresa e na obra. Foi relatado também que há um controle não tanto sofisticado para as compras e entregas de materiais na empresa e na obra.

11. Referências de ponta (benchmarking)

Para atender a este princípio da Construção Enxuta, é importante que a empresa conheça seus processos para que estes sejam melhorados e utilizados posteriormente.

De acordo com a responsável pelo questionário, os processos da empresa são conhecidos e muitos deles são registrados. No entanto, a empresa não possui uma metodologia estruturada para identificar e adotar as boas práticas utilizadas pelas empresas concorrentes, mas caso identifique alguma, a empresa fará uso desta sempre que possível.

4.2. Análise Comparativa

Como descrito anteriormente, este tópico visa comparar o desempenho da Construtora Avaliada (CA) no estudo de caso com as construtoras referências na utilização de conceitos e técnicas da Construção Enxuta (Fibras Construções, Construtora Castelo Branco e C. Rolim Engenharia).

Portanto, para a análise, elaborou-se um quadro comparativo entre as construtoras em que é possível observar o desempenho de cada uma delas em relação aos princípios da Construção Enxuta. Para facilitar a comparação foi utilizada uma escala de cores em que vermelho significa a ausência de práticas relacionadas ao princípio e verde indica a presença consolidada dessas práticas. Vale lembrar que este quadro foi elaborado com base na comparação entre os resultados obtidos na aplicação dos questionários deste trabalho e do trabalho de Arantes (2010), o que pode ser verificado no apêndice B. O Quadro 4.1 representa apenas uma média aritmética das respostas contidas no apêndice.

Quadro 4.1 – Avaliação do uso dos princípios da Construção Enxuta nas construtoras. Em uma escala de 0 a 2.

	Princípios	CA	Fibra	CCB	Rolim
1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	1,0	1,5	1,5	2,0
2	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente	1,5	1,0	1,0	2,0
3	Reduzir a variabilidade	1,0	1,3	2,0	2,0
4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	2,0	2,0	2,0	2,0
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	0,0	1,0	2,0	2,0
6	Aumentar a flexibilidade na execução do produto	1,0	1,0	2,0	2,0
7	Aumentar a transparência do processo	1,0	0,7	1,7	1,3
8	Focar o controle no processo global	2,0	2,0	2,0	2,0
9	Introduzir a melhoria contínua no processo	1,0	1,0	2,0	1,7
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	1,5	1,0	2,0	2,0

11	Referências de ponta (<i>benchmarking</i>)	1,0	2,0	2,0	2,0
Média Total		1,2	1,3	1,8	1,9
Percentual Enxuto		59%	66%	92%	95%

Diante desse quadro conclui-se que a construtora avaliada neste estudo (CA) ainda encontra-se em um estado anterior às empresas referências em Construção Enxuta. Essa diferença fica mais clara quando a comparação é feita apenas com a Construtora Castelo Branco e a C. Rolim, neste caso a diferença do percentual enxuto passa de 30% entre as empresas.

Nota-se ainda que a empresa possui um desempenho muito bom com relação ao quarto e oitavo princípio e um desempenho satisfatório quando analisado o segundo e décimo. No entanto, para os demais princípios, a empresa tem muito que melhorar. É importante dizer que este quadro não contempla todas as práticas questionadas no modelo proposto (Apêndice A), o que explica o fato do quinto princípio apresentar nível zero.

De maneira mais precisa, as principais fraquezas da construtora observadas nesta comparação são referentes aos seguintes pontos:

- Ausência de metodologia definida para identificar e eliminar atividades que não agregam valor (Princípio 1);
- Inconsistência na implementação de procedimentos padronizados para execução de tarefas e controle de conformidade das matérias primas (Princípio 2);
- Inutilização de elementos pré-fabricados, kits e máquinas polivalentes no processo de produção (Princípio 5);
- Ausência de operadores polivalentes para a execução das obras (Princípio 6);
- Inconsistência na disponibilização de indicadores de desempenho dos operários (Princípio 7);

- Implementação incompleta da ferramenta '5S' (Princípio 7);
- Falta de um programa de melhoria contínua estruturado e com conhecimento de todos os funcionários (Princípio 9);
- Busca superficial por boas práticas analisando empresas concorrentes (Princípio 11).

Por outro lado, chama a atenção de modo positivo a capacidade da empresa em:

- Realizar pesquisas de mercado e avaliação de pós-ocupação (Princípio 2);
- Controlar e reduzir o tempo de ciclo das atividades realizadas (Princípio 4);
- Fornecer ao cliente um serviço flexível (Princípio 6);
- Possuir uma comunicação eficiente entre as equipes envolvidas em seus projetos (Princípio 8);
- Ter controle sobre as atividades de compra e entrega de materiais (Princípio 10).

Baseando-se nesta análise recomenda-se à empresa foco nas fraquezas identificadas acima, no sentido de melhorar seu desempenho frente a esses princípios da Construção Enxuta.

5. Conclusão

Os conceitos e as técnicas do Sistema Toyota de Produção, ou Produção Enxuta, baseados na redução dos desperdícios e na melhoria contínua vêm provando, há mais de meio século, serem capazes de proporcionar enormes vantagens competitivas na produção industrial. Durante esse período, estes conceitos se consolidaram com a mentalidade enxuta que, ano após ano, vem sendo estudada e adaptada a vários ambientes produtivos, entre eles o da construção civil.

A filosofia da Produção Enxuta, voltada à construção civil (Construção Enxuta), vem sendo estudada em várias partes do mundo há mais de vinte anos, entretanto o conceito *lean* é recente no panorama brasileiro. A abordagem segundo a Construção Enxuta nas obras de construção nacionais é ainda desconhecida em muitas regiões. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi trazer uma abordagem tradicional dos conceitos e ferramentas da Produção Enxuta e da Construção Enxuta por meio da realização de um diagnóstico para determinar a maturidade da filosofia *Lean* em uma construtora de médio porte situada em Goiânia, GO.

Para alcançar este objetivo foram levantados os principais estudos desenvolvidos sobre o tema, no capítulo 2, assim como a elaboração de uma metodologia para coleta de dados, no capítulo 3. O diagnóstico do cenário atual da construtora levou o pesquisador ao conhecimento do ambiente estudado, auxiliando na identificação das limitações organizacionais e funcionais existentes. Os métodos utilizados para a realização do diagnóstico demonstraram-se satisfatórios. Com o uso de entrevistas semiestruturadas baseadas no questionário proposto por Carvalho (2008) foi possível avaliar a presença dos 11 princípios da Construção Enxuta na empresa. As entrevistas informais e a observação direta dos canteiros de obras permitiram a validação dos resultados obtidos com o questionário. Através da análise comparativa identificou-se o estágio em que se encontra a empresa perante aquelas que são referências em Construção Enxuta.

O resultado obtido através deste trabalho mostra que a empresa analisada atende grande parte das práticas dos princípios de Koskela. No entanto, apesar da presença de práticas mais complexas, verificou-se que para muitas delas não há ainda uma metodologia definida e nem estão efetivamente implementadas. Além disso, as principais ferramentas provenientes da Produção Enxuta, como '5S' e *kanban*, e da Construção Enxuta, *Last Planner* e Andon, não são adotadas pela empresa.

A análise comparativa ainda serviu para comprovar que a construtora avaliada se encontra em um estágio anterior às empresas referências em Construção Enxuta. Observou-se também que a construtora avaliada possui muitas fraquezas referentes a alguns dos princípios da Construção Enxuta.

Portanto, como próximo passo para a construtora, recomenda-se a implementação por completo e a definição de metodologias para as práticas identificadas como pontos críticos descritas na análise comparativa. Em seguida, sugere-se a implantação das ferramentas citadas acima.

Vale lembrar que os resultados apresentados por este trabalho a respeito da maturidade dos princípios da Construção Enxuta na empresa estudada não podem ser generalizados e adotados como parâmetros para eventuais estudos, pois se restringem a uma única empresa. Além disso, partes dos resultados coletados estão sujeitos às percepções dos entrevistados e do ator deste trabalho.

Desta forma, sugere-se, para trabalhos futuros, um estudo mais aprofundado, que abranja a implementação da Construção Enxuta em outras construtoras brasileiras e o acompanhamento dos possíveis ganhos com a implantação de conceitos e técnicas dessa teoria.

6. Referências

ABDELHAMID, T, & SALEM, O. “*Lean Construction: A New Paradigm for Managing Construction Projects*”. *The International Workshop on Innovations in Materials and Design of Civil Infrastructure*, Cairo, Egito, 2005.

ALEMIDA, J. A. R. DE. *Uma visão geral da mentalidade enxuta, conceitos e ferramentas*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

ARANTES, F. T. *Modelo de diagnóstico da maturidade da Construção Enxuta e estudos de casos em empresas de construção civil*. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, 2010.

BALLARD, G.; HOWELL, G. *Implementing construção enxuta: understanding and action*. *International Group for Construção enxuta, 6th Annual Conference, Proceedings*, Guarujá, 1998.

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

BERNARDES, M. M. S. *Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e pequenas empresas de construção*. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

BOSSINK, B.A.G., & BROUWERS, H.J.H. *Construction Waste: Quantification and Source Evaluation*. *Journal of construction engineering and management*, 122 (n.1), (pp. 55 - 60). ISSN 0733-9364. 1996.

BRITO, P. Vale. *1Temporada de Minicursos – Lean Construction*. Programa de Educação Tutorial (PET) da Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, 2012.

CARVALHO, B. S. *Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta*. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

DANLBAAR, B. *Lean Production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design? Human Relations*, v.50, n.5, 1997.

ELIAS, B. S., LEITE, M., LOPES, A. L., & SILVA, T. R. *Planejamento do layout de canteiro de obras: aplicação do SLP (Systematic Layout Planning)*. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FORMOSO, C. T. *Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000.

FORMOSO, C. *Lean Construction: princípios básicos e exemplos*. 2002.

GHINATO, P. *Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.

GODOY, A.S. *Introdução à pesquisa qualitativa e suas Possibilidades*. Revista de Administração de Empresas, v.35, n.2, Mar./Abr. 1995, pp. 57 - 63

GONÇALVES, W. *Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras*. Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal. 2009.

HEINECK, L. F., ROCHA, F. E., PEREIRA, P. E., & LEITE, M. O. *Coletânea Edificar Lean - Construindo com o Lean Management (1 ed.)*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2009.

HINES, P & TAYLOR, D. *Going Lean. A guide to implementation*. Leab Enterprise Research Center, Cardiff, UK. 2000.

HOWELL, G.; KOSKELA, L. *Reforming project management: the rule of lean construction*. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton, UK. Proceedings... Brighton, 2000.

ISATTO, E.L. et al. *Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil*. Porto Alegre, SEBRAE, 2000.

JUNQUEIRA, L. E. *Aplicação da Lean Construction para Redução dos Custos de Produção da Casa*. São Paulo, 2006.

KANNENBERG, G. *Proposta de Sistemática para Implantação de Troca Rápida de Ferramentas*. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 1994.

KOSKELA, L. *We need a theory of construction. Berkeley–Stanford CE&M Workshop: Defining a Research Agenda for AEC Process/Product Development in 2000 and Beyond*. Stanford, Proceedings, Berkeley, 1999, pp. 26 – 28.

KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report nr 72, Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

KOSKELA, L. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Expoo 2000, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408, 2000, pp. 296.

KOSKELA, L. *Moving on beyond Lean Thinking*. Construção enxuta Journal, Louisville, CO, Volume 1, Issue 1, 2004, pp. 24-37

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

KUREK, J. *Introdução dos princípios da filosofia de Construção Enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo – RS*. Tese (Mestrado). Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

LIKER, J. K. *O Modelo Toyota*. Porto Alegre. Editora Artmed, 2005.

MOURA, C. B. *Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil*. Porto Alegre, 2008.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1997.

PENEIROL, N. *Lean Construction em Portugal – Caso de estudo de implementação do sistema de controlo da produção Last Planner*, Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal. 2007.

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

RENTES, A. F. *TransMeth – Proposta de uma Metodologia de Construção de Processos de Transformação de Empresas*. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000;

ROTHER, M. & SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar – Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício*. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil, 1999.

SALEM, O.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A.; LUEGRING, M. *Site Implementation and Assessment of Construção enxuta Techniques*. Construção enxuta Journal, v.2, Issue 02, 2005.

SANTOS, C.A.B.; FARIAS FILHO, J.R. *DE Construção civil: um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta*, Paraná, 2002, pp.8.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*. Artmed, 2ª edição, Porto Alegre, 1996.

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

VRIJHOEF, R. & KOSKELA, L. *“Revisiting the Three Peculiarities of Production in Construction” Proceeding of IGLC’13 Conference, Sydney, Australia. 2005.*

WIGINESCKI, B.B. *Aplicação dos princípios da Construção Enxuta em obras pequenas e de curto prazo: um estudo de caso*. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

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

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster, Nova Iorque, EUA. 1996.

WOMACK; J.P.; JONES, D.T. *Lean Thinking*. Free Press, New York, 2003.

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

YIN, R. K. *Estudo de caso: Planejamento e Métodos*. São Paulo: Bookman, 2005.

Apêndice

Apêndice A – Questionário proposto no modelo

NÍVEIS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS

0	O princípio não está presente
1	O princípio está presente, mas existem grandes inconsistências em sua implementação
2	O princípio está presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação
3	O princípio está totalmente presente e efetivamente implementado

Questionário/ Itens de Verificação

1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	0	1	2	3
1.1	A obra possui um arranjo físico para armazenamento de materiais visando minimizar a distância entre locais de descarga e os respectivos locais de movimentação?				X
1.2	Existem evidências de redução de atividades de movimentação, inspeção e espera (utilização de algum dispositivo de melhoria do fluxo do processo)?				X
1.3	Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais?			X	
1.4	Há um método específico para análise das atividades no sentido de identificar aquelas que não agregam valor?		X		
1.5	São tomadas ações que visam a redução, ou até mesmo, a eliminação das atividades que não agregam valor?			X	
2	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente	0	1	2	3
2.1	A diretoria realiza pesquisa de mercado ou avaliações pós-ocupação para identificar as necessidades dos clientes?				X
2.2	Os processos são mapeados e identificados os clientes (internos e externos) e seus requisitos?			X	
2.3	Existe retroalimentação com projetistas, como reuniões onde são debatidos os requisitos dos clientes?				X

2.4	Busca-se implantar as considerações dos clientes quando solicitados para tal?			X	
-----	---	--	--	---	--

3	Reduzir a variabilidade	0	1	2	3
----------	--------------------------------	---	---	---	---

3.1	O replanejamento das atividades em suas obras é feito com frequência?			X	
-----	---	--	--	---	--

3.2	Existem procedimentos padronizados para execução das tarefas (empresa e canteiro de obras)?		X		
-----	---	--	---	--	--

3.3	Existe a preocupação em constantemente aumentar a mecanização do canteiro de obra?		X		
-----	--	--	---	--	--

3.4	Existe algum controle de conformidade das matérias primas utilizadas em seus canteiros?			X	
-----	---	--	--	---	--

3.5	São utilizadas, em seus canteiros, técnicas ou ferramentas que auxiliem na redução da variabilidade, como gabaritos e moldes?			X	
-----	---	--	--	---	--

4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	0	1	2	3
----------	---	---	---	---	---

4.1	Existe uma divisão dos ciclos de produção (como pacotes de trabalho, conclusão de uma metragem especificada, conclusão por pavimento)?			X	
-----	--	--	--	---	--

4.2	O tempo de ciclo dos empreendimentos é planejado e controlado?				X
-----	--	--	--	--	---

4.3	Projetistas e operários têm conhecimento do tempo de ciclo das atividades em que trabalha?			X	
-----	--	--	--	---	--

4.4	Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução do tempo de ciclo dos empreendimentos?		X		
-----	---	--	---	--	--

4.5	São tomadas ações, para o controle e a redução do tempo de ciclo das atividades realizadas em suas obras?				X
-----	---	--	--	--	---

5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	0	1	2	3
----------	---	---	---	---	---

5.1	A obra faz uso de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção?	X			
-----	--	---	--	--	--

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

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

5.4	Existe uma organização no canteiro com relação ao armazenamento de equipamentos e material visando eliminar ou reduzir a ocorrência de movimentação e deslocamento?			X	
-----	---	--	--	---	--

6	Aumentar a flexibilidade na execução do produto	0	1	2	3
----------	--	---	---	---	---

6.1	A obra busca fornecer ao cliente um serviço flexível (consegue-se realizar alterações nas obras)?				X
-----	---	--	--	--	---

6.2	As entregas de materiais são realizadas em pequenos lotes com entregas programadas constantemente?			X	
-----	--	--	--	---	--

6.3	São contratados operadores polivalentes para a execução de suas obras?	X			
-----	--	---	--	--	--

7	Aumentar a transparência do processo	0	1	2	3
----------	---	---	---	---	---

7.1	Os objetivos e as metas da empresa são conhecidos e atendidos pelos funcionários?				X
-----	---	--	--	--	---

7.2	Existem sistemas de comunicação eficientes na obra como painéis, placas, demarcação de áreas e rádios?				X
-----	--	--	--	--	---

7.3	O projetista realiza visitas a obra para verificar se esta sendo executado conforme projetado?			X	
-----	--	--	--	---	--

7.4	Seus indicadores de desempenho são expostos de forma clara e com fácil acesso a seus operários?			X	
-----	---	--	--	---	--

7.5	Existe algum programa de implementação e/ ou manutenção do 5S?		x		
-----	--	--	---	--	--

8	Focar o controle no processo global	0	1	2	3
----------	--	---	---	---	---

8.1	Existe planejamento de curto, médio e longo prazo em termos de novos negócios da empresa?				X
-----	---	--	--	--	---

8.2	Existe comunicação entre as equipes envolvidas para o planejamento e a execução das atividades?				X
-----	---	--	--	--	---

8.3	Os operários tem conhecimento de quais são as atividades a serem executadas em cada dia desta semana?				X
-----	---	--	--	--	---

8.4	Existe o estabelecimento de uma parceria de longo prazo entre construtora e fornecedor para diversas obras?				X
9	Introduzir a melhoria contínua no processo	0	1	2	3
9.1	Existe algum programa de implantação de melhoria contínua na empresa?			X	
9.2	Utilizam-se indicadores de desempenho para monitoramento dos processos?			X	
9.3	A meta de seus processos são constantemente atualizadas visando buscar sempre um melhor resultado?			X	
9.4	Seus funcionários têm conhecimento do conceito e estão envolvidos em ações de melhoria contínua (fazem sugestões)?			X	
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	0	1	2	3
10.1	Existe o controle sobre o fluxo de informações na empresa e na obra?			X	
10.2	Existe o controle sobre as compras e entregas de materiais na empresa e na obra?				X
11	Referências de ponta (<i>benchmarking</i>)	0	1	2	3
11.1	A empresa conhece seus próprios processos (estão descritos e entendidos)?				X
11.2	Existe uma busca por boas práticas analisando empresas concorrentes ou de outros países?		X		
11.3	Após identificar as boas práticas dos concorrentes, sua empresa busca atendê-las e aplicá-las?			X	

Apêndice B – Quadro comparativo entre as construtoras

CONSTRUTORAS

CA	Construtora analisada neste trabalho
Fibra	Fibra Construções
CCB	Construtora Castelo Branco
Rolim	C. Rolim Engenharia

NÍVEIS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS

0	O princípio não está presente
1	O princípio está presente, mas existem inconsistências em sua implementação
2	O princípio está totalmente presente e efetivamente implementado

Itens Comparados

1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	CA	Fibra	CCB	Rolim
1.4	Há um método específico para análise das atividades no sentido de identificar aquelas que não agregam valor?	1	2	1	2
1.5	São tomadas ações que visam a redução, ou até mesmo, a eliminação das atividades que não agregam valor?	1	1	2	2

2	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente	CA	Fibra	CCB	Rolim
2.1	A diretoria realiza pesquisa de mercado ou avaliações pós-ocupação para identificar as necessidades dos clientes?	2	0	0	2
2.2	Os processos são mapeados e identificados os clientes (internos e externos) e seus requisitos?	1	2	2	2

3	Reduzir a variabilidade	CA	Fibra	CCB	Rolim
3.1	O replanejamento das atividades em suas obras é feito com frequência?	1	2	2	2
3.2	Existem procedimentos padronizados para execução das tarefas (empresa e canteiro de obras)?	1	1	2	2
3.4	Existe algum controle de conformidade das matérias primas utilizadas em seus canteiros?	1	0	2	2
3.5	São utilizadas, em seus canteiros, técnicas ou ferramentas que auxiliem na redução da variabilidade, como gabaritos e moldes?	1	2	2	2

4	Reduzir o tempo de ciclo da produção	CA	Fibra	CCB	Rolim
4.5	São tomadas ações, para o controle e a redução do tempo de ciclo das atividades realizadas em suas obras?	2	2	2	2
5	Simplificar através da redução do número de passos ou partes	CA	Fibra	CCB	Rolim
5.1	A obra faz uso de elementos pré-fabricados, kits ou máquinas polivalentes no processo de produção?	0	1	2	2
6	Aumentar a flexibilidade na execução do produto	CA	Fibra	CCB	Rolim
6.1	A obra busca fornecer ao cliente um serviço flexível (consegue-se realizar alterações nas obras)?	2	2	2	2
6.3	São contratados operadores polivalentes para a execução de suas obras?	0	0	2	2
7	Aumentar a transparência do processo	CA	Fibra	CCB	Rolim
7.1	Os objetivos e as metas da empresa são conhecidos e atendidos pelos funcionários?	1	0	1	1
7.4	Seus indicadores de desempenho são expostos de forma clara e com fácil acesso a seus operários?	1	2	2	2
7.5	Existe algum programa de implementação e/ ou manutenção do 5S?	1	0	2	1
8	Focar o controle no processo global	CA	Fibra	CCB	Rolim
8.2	Existe comunicação entre as equipes envolvidas para o planejamento e a execução das atividades?	2	2	2	2
9	Introduzir a melhoria contínua no processo	CA	Fibra	CCB	Rolim
9.1	Existe algum programa de implantação de melhoria contínua na empresa?	1	0	2	2
9.3	As metas de seus processos são constantemente atualizadas visando buscar sempre um melhor resultado?	1	1	2	2
9.4	Seus funcionários têm conhecimento do conceito e estão envolvidos em ações de melhoria contínua (fazem sugestões)?	1	2	2	1
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	CA	Fibra	CCB	Rolim
10.1	Existe o controle sobre o fluxo de informações na empresa e na obra?	1	0	2	2
10.2	Existe o controle sobre as compras e entregas de materiais na empresa e na obra?	2	2	2	2
11	Referências de ponta (<i>benchmarking</i>)	CA	Fibra	CCB	Rolim
11.2	Existe uma busca por boas práticas analisando empresas concorrentes ou de outros países?	1	2	2	2
11.3	Após identificar as boas práticas dos concorrentes, sua empresa busca atendê-las e aplicá-las?	1	2	2	2